



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
У ЛЕСКОВЦУ



Соња Н. Јордева

**ИСТРАЖИВАЊЕ И РАЗВОЈ ТЕРМОИЗОЛАЦИОНОГ
МАТЕРИЈАЛА ОД РЕЦИКЛИРАНОГ ОТПАДА ОДЕВНЕ
ИНДУСТРИЈЕ**

докторска дисертација

Лесковац, 2016.



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF TECHNOLOGY
LESKOVAC



Sonja N. Jordeva

**RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THERMAL
INSULATION MATERIAL FROM RECYCLED APPAREL
WASTE**

PhD Thesis

Leskovac, 2016.

Подаци о ментору и члановима комисије

Ментор:

Др Душан Трајковић, ванред. проф,
Универзитет у Нишу, Технолошки факултет - Лесковац,

Чланови комисије:

Проф. др Јован Степановић, председник
Универзитет у Нишу, Технолошки факултет - Лесковац,

Проф. др Колета Зафирова, члан
Универзитет „Св. Кирил и Методиј” у Скопљу, Технолошко - металуршки факултет -
Скопље

Проф. др Миодраг Стаменковић, члан
Универзитет у Нишу, Технолошки факултет - Лесковац

Проф. др Станиша Стојиљковић, члан
Универзитет у Нишу, Технолошки факултет - Лесковац,

Датум одбране: _____

Желим да изразим своју најискренију захвалност свима који су на свој начин помогли у изради овог рада:

*Мом ментору, Др Душану Трајковићу на разумевању и стрпљивости,
Др Колети Зафировој и Др Елени Томовској на подршци и несебичној помоћи.*

Менаџерском тиму и свим дивним људима у фабрици Кнауф у Сурдулици за могућност коришћења њихове лабораторије за испитивања.

Члановима комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на указаним сугестијама.

Истраживање и развој термоизолационог материјала од рециклираног отпада одевне индустрије

Резиме

Текстилни отпад се ствара у индустријској производњи текстила и одеће, од потрошача, комерцијалне и услужне делатности. Због структуре текстилне индустрије у Р. Македонији, текстилни отпад се углавном састоји од отпадака из конфекцијске производње, тј. кројења. Прелиминарна анализа показује да у земљи на годишњем нивоу остаје 1.7 kg конфекцијског отпада по становнику.

У раду је направљена карактеризација конфекцијског отпада, утврђен је текући начин менаџирања отпадом и детерминисани су ставови македонског топ менаџмента према менаџирању отпада. Подаци у истраживању добијени су из анкетног упитника дистрибуираног до 120 топ менаџера текстилних компанија. Анализа резултата направљена је помоћу стандардних статистичких метода (Statistics SPSS програм).

Резултати показују да у конфекцијском отпаду доминирају остаци чистих памучних тканина и тканина од памучних мешавина са присуством Лусца® влакана што додатно компликује процес рециклаже. Количина отпада није довољна за континуитет процеса рециклаже јер се конфекцијска индустрија претежно састоји од компанија малог и средњег обима са недовољно средстава за индивидуално инвестирање у капацитете за рециклирање. Македонски топ менаџмент конфекцијских компанија показао је негативан став према сортирању и припреми конфекцијског отпада за даље процесирање. Највећи део произвођача (94.19%) одлажу конфекцијски отпад на депоније, што проузрокује еколошке проблеме, а нарочити проблем представља биолошки неразградив отпад.

Овај рад предлаже алтернативни начин за ефикаснију употребу конфекцијског отпада у новом производу за топлотну и звучну изолацију зграда. Као материјал за израду нове изолационе структуре коришћен је отпад од кројења полиестерских тканина са великим разликама у вредностима структурних карактеристика са циљем да се утврди њихов утицај на вредност топлотне и звучне изолације. Узорак од механички рециклиране полиестерске плетенине делимично у стању влакана коришћен је за поређење. При пројектовању нове структуре полази се од комерцијалних дебљина Tervol® - а (50, 70 и 100 mm) и густине (115 kg/m^3) који се уобичајено користе за унутрашњу изолацију у грађевинарству. Технологија производње нове структуре је

једноставна: сечење отпадака на машини са кружним или вертикалним ножем и стабилизовање структуре прошивањем. Код узорака су извршена испитивања топлотне и звучне изолације, отпорност горењу и биолошка деградација. За мерење топлотне проводљивости коришћен је апарат Heat flow meter FOX600 који ради по стандардима: ASTM C518, ISO 8301. За мерење звучне изолације коришћени су: GoldWave софтвер за генерисање и обраду (филтрирање) звучних сигнала и OriginPro 8.5.1 софтвер за обраду графичких записа звучних сигнала. Отпорност горењу испитивана је према Hot Metal Nut Test - а, а биолошка деградација према стандарду ISO 11721-1. Добијене вредности коефицијента топлотне проводљивости ($\lambda = 0.0520 - 0.0603 \text{ W/mK}$) и коефицијента редукције звука ($NRC = 54.71 - 74.77\%$) блиске су вредностима стандардних изолационих материјала, а још ближе вредностима изолационих структура од развлакњеног текстила код којих је $\lambda = 0.030 - 0.045 \text{ W/mK}$, а $NRC = 60 - 100\%$. Неки узорци показују чак и мању топлотну проводљивост од изолационих панела од ПЕС отпада добијених термичком рециклажом, $\lambda = 0.040 - 0.053 \text{ W/mK}$. За приближно исте вредности топлотне и звучне изолације нова изолациона структура има већу густину ($\rho = 126.99 - 265.38 \text{ kg/m}^3$) у односу на конвенционалне изолационе материјале, односно потребна је већа количина материјала. Ако се има у виду да су коришћени отпади полиестерских тканина, на ово не треба гледати као на проблем, већ као на могућност смањења загађења околине. У прилогу ове чињенице су и резултати испитивања биодеградације отпада од ПЕС тканина који потврђују његову биолошку неразградивост.

Примена конфекцијског отпада полиестерских тканина као изолационог материјала носи економски и еколошки бенефит зато што је материјал лако доступан и јефтин, производни процес једноставан, производ има тржишну одрживост и конкурентну цену, али је употреба ограничена на унутрашње зидове и кровне конструкције.

Кључне речи: *конфекцијски отпад, рециклажа, изолациони материјали, ПЕС тканине, топлотна изолација, звучна изолација*

Научна област: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

Ужа научна област: МЕХАНИЧКА ТЕХНОЛОГИЈА ТЕКСТИЛА

УДК: 677.026.4:502.174.1

Research and development of thermal insulation material from recycled apparel cutting waste

Abstract

Textile waste originates from textile and clothing manufacturing industry, consumers, commercial and service industries. Due to the structure of the industry, textile waste in the Republic of Macedonia mainly consists of apparel waste (apparel cuttings). A preliminary analysis has shown that annually in the country 1.7 kg/per capita of apparel cuttings are left behind.

This paper gives a characterization of the apparel cuttings waste, defines the current state of the apparel cuttings waste management, and determines the attitudes of Macedonian top management towards managing apparel cuttings. The data in the research was obtained via a structured questionnaire distributed to 120 top managers of textile companies. The processing of the obtained data has been conducted by applying standard statistical analysis (Statistics SPSS program).

The results show that the waste stream mainly consists of woven fabrics, predominantly cotton and cotton blends with the presence of Lycra[®] that additionally complicates the recycling process. The quantity is not sufficient for a continuous process of recycling; the sewing industry consists of small and medium size companies with limited resources, and there is low likelihood of individual investments in recycling equipment. The top management of Macedonian apparel companies generally shows negative attitudes towards sorting and preparing apparel cutting waste for further processing. The majority of apparel manufacturers (94.19%) dispose the apparel cutting waste on landfills, where it causes ecological problems, especially as it is non-biodegradable waste.

Taking into consideration the current state, this research gives an alternative way for a more efficient use of apparel cutting waste as a new product for thermal and sound insulation in buildings. As a raw material for the production of a new insulation structure apparel cutting waste of polyester woven fabrics with big differences in structural characteristics is used in order to determine its influence on the value of thermal and sound insulation. The sample obtained from knitted polyester fabric in partly fibrous form was used for comparison. The design of the new structures starts from the commercial Tervol[®] s thicknesses (50, 70 and 100 mm) and density (115 kg/m³) which is usually used for internal insulation in construction. The production technology of the new structures is simple: cutting the waste using a machine with

a rotational or vertical knife and stabilizing the structure by sewing. The samples were tested for thermal and sound insulation, flammability and biodegradation. The Heat flow meter FOX600 which works by the ASTM C518, ISO 8301 was used to measure the thermal conductivity. The GoldWave software for generating and analysis of sound signals and OriginPro 8.5.1 software for analysis of graphs of sound signals were used to measure the sound insulation. The Hot Metal Nut Test was used to investigate flammability. A procedure based on the ISO 11721-1 standard was conducted to determine biodegradation.

The obtained values of the coefficient of thermal conductivity ($\lambda = 0.0520 - 0.0603$ W/mK) and the coefficient of noise reduction ($NRC = 54.71 - 74.77\%$) are similar to the values of conventional insulation materials and even closer to insulation structures from textile in fibrous form where $\lambda = 0.030 - 0.045$ W/mK, and $NRC = 60 - 100\%$. Some samples even show a smaller thermal conductivity compared to insulation panels from polyester waste obtained by thermal recycling, $\lambda = 0.040 - 0.053$ W/mK. For an approximately same value of thermal and sound insulation the new insulation structure has greater density ($\rho = 126.99 - 265.38$ kg/m³) compared to the conventional insulation materials, meaning that a bigger quantity of material is needed.

Considering that waste is used, this is not a problem, on the contrary, it is a great opportunity to decrease the pollution of the environment. The results of the biodegradation of polyester woven fabrics waste confirm this.

Applying apparel cutting waste from polyester fabrics as an insulation material may bring environmental, sustainable and economic benefit as the material in question is readily available, the production process is simple and cheap, and the product has market viability and competitive price, although its use is limited to internal walls and roofing constructions.

Key words: *apparel cutting waste, recycling, insulation materials, polyester fabric, thermal insulation, sound insulation*

Scientific field of study: ENGINEERING TECHNOLOGY

Major area of study: MECHANICAL TECHNOLOGY OF TEXTILE

UDK: 677.026.4:502.174.1

САДРЖАЈ

1. УВОД	2
2. ТЕОРИЈСКИ ДЕО	4
2.1. ОТПАД	Error! Bookmark not defined.
2.1.1. Врсте текстилног отпада и менаџирање текстилног отпада...	Error! Bookmark not defined.
2.1.2. Рециклажа текстилног отпада	Error! Bookmark not defined.
2.1.2.1. Технологије и поступци рециклаже текстилног отпада	Error! Bookmark not defined.
2.1.3. Пракса поступања са текстилним отпадом	Error! Bookmark not defined.
2.1.4. Стварање новог производа од рециклираног текстила	Error! Bookmark not defined.
2.2. ТОПЛОТНЕ И АКУСТИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА	Error! Bookmark not defined.
2.2.1. Топлота, трансфер топлоте	Error! Bookmark not defined.
2.2.2. Топлотне карактеристике материјала	Error! Bookmark not defined.
2.2.3. Акустичке карактеристике материјала	Error! Bookmark not defined.
2.3. ИЗОЛАЦИОНИ МАТЕРИЈАЛИ У ГРАЂЕВИНАРСТВУ	Error! Bookmark not defined.
2.3.1. Основне карактеристике и класификација изолационих материјала	Error! Bookmark not defined.
2.3.2. Конвенционални изолациони материјали	Error! Bookmark not defined.
2.3.3. Нови изолациони материјали	Error! Bookmark not defined.
2.3.4. Текстил и рециклиран текстил као материјал за изолацију зграда	Error! Bookmark not defined.
2.3.5. Полиестерски отпад као сировина за изолационе материјале	Error! Bookmark not defined.
2.3.6. Евалуација изолационих материјала	Error! Bookmark not defined.
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО	5
3.1. Циљ докторске дисертације	5
3.2. МЕНАџИРАЊЕ ТЕКСТИЛНОГ ОТПАДА	Error! Bookmark not defined.
3.2.1. Методологија истраживања	Error! Bookmark not defined.
3.2.2. Резултати и дискусија	Error! Bookmark not defined.
3.2.2.1. Квалитативна и квантитативна анализа конфекцијског отпада	Error! Bookmark not defined.

3.2.2.2. Анализа текућег стања у управљању текстилним отпадом .**Error! Bookmark not defined.**

3.2.2.3. Ставови топ менаџмента према менаџирању конфекцијског отпада**Error! Bookmark not defined.**

3.3. НОВА ИЗОЛАЦИОНА СТРУКТУРА ОД КОНФЕКЦИЈСКОГ ОТПАДА. **Error! Bookmark not defined.**

3.3.1. Коришћени материјали..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.2. ТОПЛОТНА ИЗОЛАЦИЈА НОВЕ ИЗОЛАЦИОНЕ СТРУКТУРЕ **Error! Bookmark not defined.**

3.3.2.1. Дизајнирање узорака за мерење топлотне проводљивости .**Error! Bookmark not defined.**

3.3.2.2. Метод мерења топлотне проводљивости..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.2.3. Резултати мерења топлотне проводљивости и дискусија.....**Error! Bookmark not defined.**

3.3.3. ЗВУЧНА ИЗОЛАЦИЈА НОВЕ ИЗОЛАЦИОНЕ СТРУКТУРЕ Error! Bookmark not defined.

3.3.3.1. Дизајнирање узорака за мерење звучне апсорпције.....**Error! Bookmark not defined.**

3.3.3.2. Метод мерења звучне апсорпције **Error! Bookmark not defined.**

3.3.3.3. Резултати мерења звучне апсорпције и дискусија. **Error! Bookmark not defined.**

3.3.4. СТЕПЕН СТАРЕЊА И БИОДЕГРАДАЦИЈЕ НОВЕ ИЗОЛАЦИОНЕ СТРУКТУРЕ..... Error! Bookmark not defined.

3.3.4.1. Метод испитивања степена старења и биодеградације.....**Error! Bookmark not defined.**

3.3.4.2. Резултати степена старења и биодеградације коришћених материјала**Error! Bookmark not defined.**

3.3.5. ЗАПАЉИВОСТ НОВЕ ИЗОЛАЦИОНЕ СТРУКТУРЕ..... Error! Bookmark not defined.

3.3.5.1. Метод испитивања запаљивости **Error! Bookmark not defined.**

3.3.5.2. Резултати испитивање запаљивости и дискусија . **Error! Bookmark not defined.**

3.3.6. ПРЕДЛОГ ТЕХНОЛОШКЕ ЛИНИЈЕ ЗА ПРОИЗВОДЊУ НОВЕ ИЗОЛАЦИОНЕ СТРУКТУРЕ..... Error! Bookmark not defined.

4. ЗАКЉУЧАК 7

5. ЛИТЕРАТУРА 9

ПРИЛОГ 1 17

ПРИЛОГ 2 Error! Bookmark not defined.

ПРИЛОГ 3 21

ПРИЛОГ 4 32

Биографија аутора..... 34

Листа слика

Слика 1. Ознака рециклаже	Error! Bookmark not defined.
Слика 2. Пирамидални модел класификације текстилног отпада за рециклажу према категоријама	Error! Bookmark not defined.
Слика 3. Машина за тресење крпа	Error! Bookmark not defined.
Слика 4. Машина за рашчупавање вунених крпа	Error! Bookmark not defined.
Слика 5. Машина за рашчупавање крпа и предива од фирме „Befame”	Error! Bookmark not defined.
Слика 6. Примена отпада од кројења синтетичких тканина за израду цигала,	Error! Bookmark not defined.
Слика 7. Топлотни проток кроз раван зид.....	Error! Bookmark not defined.
Слика 8. Једноставни звучни талас	Error! Bookmark not defined.
Слика 9. Рефлексија и апсорпција звучног таласа	Error! Bookmark not defined.
Слика 10. Камена вуна	Error! Bookmark not defined.
Слика 11. Стаклена вуна	Error! Bookmark not defined.
Слика 12. Полистирен	Error! Bookmark not defined.
Слика 13. Примена вуне за изолацију зграда,.....	Error! Bookmark not defined.
Слика 14. Изолација од рециклираног памучног материјала,.....	Error! Bookmark not defined.
Слика 15. Текстилни отпад као материјал за изолацију	Error! Bookmark not defined.
Слика 16. Количина отпада од кројења за 2009, 2010. и 2011. г.	Error! Bookmark not defined.
Слика 17. Отпад од кројења према сировинском саставу (а) и увезене сировине за конфекцијску индустрију (б)	Error! Bookmark not defined.
Слика 18. Врста текстилног материјала	Error! Bookmark not defined.
Слика 19. Сировински састав материјала.....	Error! Bookmark not defined.
Слика 20. Материјали према садржају Луста® влакана.....	Error! Bookmark not defined.
Слика 21. Пракса паковања отпада	Error! Bookmark not defined.
Слика 22. Присуство других предмета у текстилном отпаду.....	Error! Bookmark not defined.
Слика 23. Пракса одлагања отпада	Error! Bookmark not defined.
Слика 24. Трошкови одлагања отпада	Error! Bookmark not defined.
Слика 25. Баријере у менаџирању отпада	Error! Bookmark not defined.
Слика 26. Предуслови ефикаснијег менаџирања отпада	Error! Bookmark not defined.
Слика 27. Ток конфекцијског отпада кроз производне компаније	Error! Bookmark not defined.
Слика 28. Прихватање сортирања.....	Error! Bookmark not defined.
Слика 29. Лакоћа сортирања.....	Error! Bookmark not defined.
Слика 30. Корисност сортирања	Error! Bookmark not defined.
Слика 31. Четири кластера у односу на прве две дискриминантне функције	Error! Bookmark not defined.

Слика 32. Повезивање основе и потке у тканини А	Error! Bookmark not defined.
Слика 33. Повезивање основе и потке у тканини С	Error! Bookmark not defined.
Слика 34. Повезивање основе и потке у тканини D	Error! Bookmark not defined.
Слика 35. Изглед делимично рашчупане плетенине В	Error! Bookmark not defined.
Слика 36. Машине за сечење конфекцијског отпада	Error! Bookmark not defined.
Слика 37. Изглед исецканог отпада	Error! Bookmark not defined.
Слика 38. Машина за прошивање (штепање) узорака	Error! Bookmark not defined.

Слика 39. Узорак за мерење топлотне проводљивости **Error! Bookmark not defined.**

Слика 40. Апарат и софтвер за мерење топлотне проводљивости ..**Error! Bookmark not defined.**

Слика 41. Дебљина — h и топлотна проводљивост — λ **Error! Bookmark not defined.**

Слика 42. Запреминска маса — ρ и топлотна проводљивост — λ **Error! Bookmark not defined.**

Слика 43. Топлотна изолација — R и дебљина — h **Error! Bookmark not defined.**

Слика 44. Зависност топлотне изолације - R и дебљине - h **Error! Bookmark not defined.**

Слика 45. Изглед готовог узорка (B) за мерење звучне апсорпције..... **Error! Bookmark not defined.**

Слика 46. Шематски приказ апаратуре за мерење звучне апсорпције. **Error! Bookmark not defined.**

Слика 47. Обрада снимка звучног сигнала у OriginPro 8.5.1**Error! Bookmark not defined.**

Слика 48. Очитавање амплитуде звучног сигнала **Error! Bookmark not defined.**

Слика 49. Графички приказ вредности амплитуде излазног звучног сигнала — A_{iz} за A_1 (прво мерење) **Error! Bookmark not defined.**

Слика 50. Графички приказ референтне вредности амплитуде звучног сигнала — A_{ref} (за ваздух) **Error! Bookmark not defined.**

Слика 51. Звучна апсорпција α (%) свих узорака у зависности од фреквенције f (Hz) **Error! Bookmark not defined.**

Слика 52. Звучна апсорпција α (%) узорака од тканине А у зависности од фреквенције f (Hz) **Error! Bookmark not defined.**

Слика 53. Звучна апсорпција α (%) узорака од тканине С у зависности од фреквенције f (Hz) **Error! Bookmark not defined.**

Слика 54. Звучна апсорпција α (%) узорка од тканине D у зависности од фреквенције f (Hz) **Error! Bookmark not defined.**

Слика 55. Звучна апсорпција α (%) узорка од делимично рашчупане плетенине В у зависности од фреквенције f (Hz)..... **Error! Bookmark not defined.**

Слика 56. Звучна апсорпција α (%) узорака ABC и ABD у зависности од фреквенције f (Hz) **Error! Bookmark not defined.**

Слика 57. NRC испитиваних узорака..... **Error! Bookmark not defined.**

Слика 58. Зависност топлотне изолације — R^* и звучне апсорпције — α**Error! Bookmark not defined.**

Слика 59. Визуелни изглед узорака за оцену старења и биодеградације**Error! Bookmark not defined.**

Слика 60. Губитак масе **Error! Bookmark not defined.**

Слика 61. Тест запаљивости **Error! Bookmark not defined.**

Слика 62. Предлог технолошке линије за производњу нове изолационе структуре **Error! Bookmark not defined.**

Слика 63. Компјутеризована машина за прошивање, ESQ - 3000 ...**Error! Bookmark not defined.**

Слика 64. Компјутеризована машина за прошивање, XL - 6000M..**Error! Bookmark not defined.**

Слика 65. Блок дијаграм производње новог изолационог материјала .. **Error! Bookmark not defined.**

Листа табела

Табела 1. Баријере у производњи и бенефит нових производа од рециклираног текстила.....	Error! Bookmark not defined.
Табела 2. Класификација изолационих материјала.....	Error! Bookmark not defined.
Табела 3. Најновија класификација изолационих материјала.....	Error! Bookmark not defined.
Табела 4. Поређење класичних изолационих материјала..	Error! Bookmark not defined.
Табела 5. Дебљина - h , густина - ρ и коефицијент апсорпције звука - α конвенционалних изолационих материјала и полиестерског материјала	Error! Bookmark not defined.
Табела 6. Евалуација изолационих материјала према LCA	Error! Bookmark not defined.
Табела 7. Укупан извоз и структура извоза текстилних производа	Error! Bookmark not defined.
Табела 8. Увоз текстила	Error! Bookmark not defined.
Табела 9. Извоз најважнијих конфекцијских производа ...	Error! Bookmark not defined.
Табела 10. Дескриптивна статистика - лакоћа и бенефит сортирања конфекцијског отпада	Error! Bookmark not defined.
Табела 11. Утицаји на спремност и интерес за сортирање	Error! Bookmark not defined.
Табела 12. Утицаји на лакоћу сортирања	Error! Bookmark not defined.
Табела 13. Утицаји на корисност сортирања	Error! Bookmark not defined.
Табела 14. Факторска анализа	Error! Bookmark not defined.
Табела 15. Резултати дискриминантне анализе	Error! Bookmark not defined.
Табела 16. Дескриптивна статистика ставова	Error! Bookmark not defined.
Табела 17. Структурне карактеристике тканина	Error! Bookmark not defined.
Табела 18. Врста и начин припреме отпада	Error! Bookmark not defined.
Табела 19. Структурне карактеристике узорака	Error! Bookmark not defined.
Табела 20. Топлотна проводљивост $-\lambda$ и топлотна изолација - R и R^*	Error! Bookmark not defined.
Табела 21. Промена дебљине $-\Delta h$ и запреминске масе $-\Delta\rho$	Error! Bookmark not defined.
Табела 22. Поређење топлотне изолације новог изолационог производа са комерцијалним производима	Error! Bookmark not defined.
Табела 23. Маса конфекцијског отпада $-m_o$ за припрему узорака за мерење звучне апсорпције.....	Error! Bookmark not defined.
Табела 24. Апсорпција звука α (%) и NRC (%).....	Error! Bookmark not defined.
Табела 25. Поређење звучне апсорпције новог изолационог производа са комерцијалним производима	Error! Bookmark not defined.
Табела 26. Губитак масе.....	Error! Bookmark not defined.
Табела 27. Рангирање различитих изолационих производа према импакту.....	Error! Bookmark not defined.

Табела 28. Запаљивост узорака **Error! Bookmark not defined.**

1. УВОД

Енергетска криза из седамдесетих година показала је да природни материјали и енергетски ресурси нису неограничени и приморала свет да мисли о редукацији потрошње, а напоре истраживача фокусира на обновљиве изворе енергије и развој енергетски ефикасних технологија.

Стамбени и пословни објекти су један од највећих потрошача енергије. Зграде у Европи троше 40% укупне енергије, од чега 60% за загревање простора, а остатак за хлађење, вентилацију или осветљење [1]. Трошкови обезбеђивања топлотног и акустичког комфора могу се смањити на више начина, али најважнији међу њима је топлотна изолација зграда. Изолација у зградама постаје обавезна у многим земљама Европске уније, а национална законодавства су све строжија, нарочито након усвајања директиве [2] од 16. 12. 2002. године (Directive 2002/91/Ес of the European Parliament and of the Council) о енергетским перформансама зграда и њиховој енергетској ефикасности. Директива захтева да се објекти дизајнирају и изграде тако да троше најмању могућу количину енергије.

Топлотна изолација смањује топлотне губитке зими, прегревање лети, те штити носећу конструкцију од спољашњих услова и наглих температурних промена. Топлотно изолован објект је угоднији, са продуженим веком трајања, доприноси заштити околине и смањује годишње трошкове за обезбеђивање топлотног комфора [3,4].

Утицај топлотне изолације на потрошњу енергије објеката и на околину може се видети из два репрезентативна примера: У Немачкој је национално законодавство повећало дебљину изолације зграда од 5 cm (1975. године) до 20 cm (1996. године) чиме је просечна потрошња електричне енергије смањена од 300 на 50 kWh/m². Што се тиче утицаја на животну средину, у САД је израчунато да је изолација зграда „одговорна” за смањење емисије угљен диоксида за 780 милиона тона годишње [5].

Ефекат топлотне изолације зграда зависи од дизајна, дебљине изолационог слоја и коефицијента топлотне проводљивости примењеног изолационог материјала. Понуда изолационих материјала је разноврсна, али на европском тржишту доминирају конвенционални изолациони материјали: минерална вуна (стаклена и камена) и полистирен (стиропор). У последњих неколико година многа истраживања су урађена о иритирајућем, токсичном, чак и канцерогеном дејству камене и стаклене вуне што је главни разлог тражењу алтернативних „пријатељских” материјала по животну средину, односно, примени еколошких производа за изолацију грађевинских објеката.

Додатно, истраживања су показала да 82% потрошача преферира еколошке производе у различите сврхе. Еколошки тренд и повећање потрошње материјала за изолацију довели су до развоја нових технологија као што су транспарентна (прозрачна) и вакуум изолација. Код њих су потребне знатно мање дебљине изолационог материјала него код конвенционалних за исту вредност топлотне и звучне изолације. Ова изолација је још увек веома скупа, а примењује се за санацију зграда и објеката где није могуће уградити већу дебљину изолационог слоја [6,7]. Од 2007. године на европском тржишту појавила су се нека нова решења изолационих материјала за грађевинске објекте израђених од текстилног отпада. Највећу пажњу привукли су производи фирме „Inno-Therm” из Велике Британије и „Le Relaise” из Француске. Ове фирме производе изолацију од рециклираних индустријских памучних цинс отпадака. Производи задовољавају стандарде изолационих материјала, представљају безбедну и чисту изолацију, лако се инсталирају, а манипулација је без заштитне опреме. Користе се за изолацију зидова, кровова, и плафона [8,9]. Фирме „Inno-Therm” и „Le Relaise” прихватиле су концепт одговорности према околини, који је, иако нов, све популарнији у бизнис заједницама. Овај концепт укључује одговорност за заштиту животне средине што се огледа у коришћењу еколошки пријатељских производа, обезбеђивању чисте производње и ефикасном систему одлагања отпада.

Текстилни отпад, иако није највећи по обиму, ипак је један од загађивача животне средине када заврши на депонијама, тако да све фазе његове реконструкције у новом производу доприносе заштити животне средине и спречавају губитак вредног ресурса. Иако рециклажа текстилног отпада има еколошку и економску компоненту, у стварности се суочава са многим изазовима. Најважнији међу њима су доступност и континуирано снабдевање са текстилним отпадом у потребној количини, стање на тржишту и интерес за куповину рециклираних материјала [10].

Од крајњих корисника добијене су позитивне оцене о термо - изолационим материјалима израђеним од рециклираних текстилних отпадака што представља основу за даљни рад у овом подручју, нарочито у смеру смањивања трошкова у процесу механичког рециклирања и побољшања карактеристика производа.

2. ТЕОРИЈСКИ ДЕО

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

3.1. Циљ докторске дисертације

С обзиром на структуру текстилне индустрије у Македонији где преовлађује конфекцијска индустрија, генерише се велика количина конфекцијског индустриског отпада (отпад из процеса кројења). Када размишљамо о рециклажи отпада јасно је да је његов квантитет и квалитет најважнији фактор, али се при томе мора узети у обзир да само сортиран отпад може да се рециклира. Конфекцијски отпад може релативно лако да се сортира, а поседује исте физичко - механичке особине као и нови текстил.

Екстензивна истраживања у вези поступања са отпадом произашлим из конфекцијске индустрије показују да је у одевној индустрији уобичајена пракса да он заврши на депонијама. Зато је један од циљева ове дисертације:

Истражити квалитет и квантитет конфекцијског отпада који конфекцијска индустрија генерише, као и спремност текстилних произвођача за сортирање текстилног отпада и моделирати ставове топ менаџмента македонских конфекцијских компанија о поступању са отпадом.

Комерцијални изолациони материјали од текстилног отпада у грађевинарству показују компетитивна својства и поред тога што немају третман стандардно коришћених материјала у односу на конвенционалне изолационе материјале.

Досада су се за ову намену користили само текстилни отпаци погодни за механичку рециклажу, на пример, „џинс” тканина која уобичајено има површинску масу $m = 200 - 400 \text{ g/m}^2$, израђена од грубе памучне пређе са финоћом $T_t = 60 - 100 \text{ tex}$ и због тога се релативно лако развлакњује. То се исто односи и на плетенине, које се због своје ретке структуре такође лако развлакњавају, што омогућава једноставније рециклирање механичким поступком за разлику од тканина које имају знатно компактнију структуру па је њихова механичка рециклажа тежа.

Рециклирање текстилних отпадака до влакана, особито рециклирање тканина, је енергетски релативно захтеван процес који поново ствара отпад (око 30%). Примена веће механичке снаге у току механичке рециклаже синтетичких, нарочито полиестерских тканина, може проузроковати њихово топљење и лепљење на деловима машине за рециклажу. Литературни преглед у теоријском делу рада показује да су сви комерцијални изолациони производи дизајнирани од рециклираног текстилног отпада у облику влакана, и зато је основни циљ дисертације:

Развити поступак за добијање изолационе структуре од отпада произашлог из индустрије одеће, а да се при томе отпад само механички сече. За оптимално изабрану структуру, у односу на топлотно - акустичну изолациону способност, дефинисати најпогодније улазне параметре. Због све веће потрошње полиестерских тканина идеја је да се уситњени отпад од њиховог кројења искористи за изолациони материјал који се може применити у неким сегментима грађевинарства, тј. изолацију преградних зидова и кровова у објектима.

Имајући у виду ова два циља дисертације практично истраживање је вођено у два правца:

- **истраживање менаџирања текстилног отпада и**
- **дизајнирање и испитивање карактеристика нове изолационе структуре.**

4. ЗАКЉУЧАК

Конфекцијска индустрија у Македонији оставља иза себе 1.7 kg отпада по становнику на годишњем нивоу. Иако је овај отпад вредан ресурс зато што је нов, чист, задржаних физичко - механичких својстава и не тражи никакав третман пре рециклаже, највећи део конфекцијских компанија бацају га и, заједно са осталим комуналним отпадом, он завршава на депонијама.

Баријере за његову рециклажу су објективне и субјективне природе. Објективно, већи део конфекцијских компанија су малог и средњег обима (29.7% и 51.4% респективно) са недовољно средстава за индивидуалне инвестиције у рециклажи. Осим тога, већи део отпада су тканине које садрже Лусра® влакна што отежава процес рециклаже.

Према добијеном моделу субјективна баријера за рециклажу отпада одевне индустрије је негативан став македонских топ - менаџера у односу на сортирање и припрему конфекцијског отпада за даље процесирање, као главних предуслова за рециклажу. Већи део менаџера (58.5%) изјаснио се да не жели да уведе сортирање отпада у поређењу са 40.7% који би хтели да га сортирају. Само 1.2% компанија већ сортирају и продају свој отпад. Главна препрека за увођење сортирања отпада у конфекцијским компанијама лежи у мишљењу да је увођење сортирања тешко према 66.3% испитаника, док је за 32.6% лако. Супротно овоме, преовлађује став да је сортирање корисно према 84.9%, а некорисно је за 14.1% испитаника. Као кључни фактори, односно препреке увођењу сортирања наведени су: недовољан број радника, тешко изводљиво сортирање по боји и сировинском саставу и увођење балирања као метода паковања сортираног отпада.

Ниска свест о савременим праксама и технологијама за управљање отпадом и недовољни капацитет постојећег тржишта за рециклиране производе моделише негативан став македонског менаџмента. Менаџерима треба помоћи развојем тржишта за отпад и едукацијом о важности сортирања отпада у самим компанијама.

Како је рециклажа релативно енергетски захтеван процес који поново ствара отпад, уместо на тржиште за рециклажу, боља алтернатива тренутно је искористити конфекцијски отпад ПЕС тканина за производњу изолационих материјала за кровове и преградне зидове у зградама. Према предлогу технолошке линије за израду изолационих материјала, технологија је сасвим једноставна: сечење отпада и стабилизација структуре прошивањем. Добијена структура на овај начин је јефтина,

има добру топлотну и звучну изолацију и високу отпорност запаљивости. Коефицијент топлотне проводљивости λ је у границама од 0.0520 W/mK до 0.0603 W/mK, топлотна изолација R^* од 1.658 m²K/W до 1.924 m²K/W, звучна апсорпција тј. *NRC* од 54.71% до 74.77%.

Вредности ових карактеристика су упоредиве са комерцијалним изолационим материјалима, како са конвенционалним (минерална вуна и полистирен), тако и са изолационим производима од рециклираног текстила у облику влакана, са том разликом што је за исту вредност топлотне изолације код нове изолационе структуре од конфекцијског отпада полиестерских тканина потребна већа запреминска маса, односно, већа количина тканина. Имајући у виду да се као сировина користе отпаци, ово не представља проблем већ одличну могућност да се смањи загађење околине и да се добије јефтина и еколошки чиста изолација. Ово је нарочито важно за отпад ПЕС тканина јер су оне биолошки неразградиве (према добијеним резултатима, губитак масе је у границама од 0 – 0.3%), тако да остају веома дуго на депонијама.

Анализа добијених резултата у експерименталном делу показује да се може користити конфекцијски отпад ПЕС тканина са различитом дебљином и површинском масом. Што је већи степен уситњавања конфекцијског отпада, то је структура хомогенија и има бољу топлотну изолацију. Додатак отпада у делимично влакнастом стању има позитиван утицај на стабилност и хомогеност изолационе структуре.

Примена текстилног отпада ПЕС тканина као изолационог материјала носи економски и еколошки бенефит зато што је материјал лако доступан и јефтин, производни процес једноставан, производ има тржишну одрживост и конкурентну цену, али је употреба ограничена на унутрашње зидове и кровне конструкције.

У прилогу горенаведних чињеница је и еколошки тренд у развоју изолационих материјала за зграде усмерен ка замени конвенционалних материјала новим еколошким производима без негативног утицаја на околину и људско здравље.

Добијени резултати се могу користити за даља истраживања у овој области, посебно у смеру одговора на питање који је најадекватнији начин уградње нове изолационе структуре код преградних зидова.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Designn2.com, Energetska efikasnost građevinskih-objekata - Design N2', <http://www.designn2.com/home/energetska-efikasnost-građevinskih-objekata>. [Pristup: 05.03.2012.]
- [2] European Commission, Directive 2002/91/Ec of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the Energy Performance of Buildings, *Official Journal of the European Communities*, 2003
- [3] Al-Homoud, S.M. (2004) The Effectiveness of Thermal Insulation in Different Types of Buildings in Hot Climates, *Journal of Thermal Envelope and Building Science*, 27 (3), 235-247
- [4] Wikipedia, Thermal conduction, http://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_conduction, [Pristup: 13.04.2012.]
- [5] Papadopoulos, A.M., Avgelis, A., Karamanos A. Composite Insulating Materials as a Tool for the Reduction of Cooling Loads, in: *International Conference: Passive and Low Energy Cooling 803 for the Built Environment*, 2005, 803-808, Santorini, Greece
- [6] Papadopoulos, A.M. (2005) State of the Art in Thermal Insulation Materials and Aims for Future Developments, *Energy and Buildings*, 37 (1), 77-86
- [7] Jelle, B. P., Gustavsen, A., Baetens R. (2010) The Path to the High Performance Thermal Building Insulation Materials and Solutions of Tomorrow, *Journal of Building Physics*, 34 (2), 99-123
- [8] Inno-thermB®. Natural Thermal and Acoustic Insulation, <http://www.inno-therm.com/> [Pristup: 27.11.2012.]
- [9] Lerelais.org, 2015. <http://www.lerelais.org>. [Pristup:13.02.2013.]
- [10] Fibre2fashion.com. B2B Marketplace for Textile, Apparel & Fashion Industry - Fibre2Fashion, <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/28/2726/textile-waste-recycling1.asp>, [Pristup: 12.2.2012.]
- [11] Maximizing Reuse and Recycling of UK Clothing and Textiles, Department For Environment, Food and Rural Affairs by Oakdene Hollins - Defra, *Research report*, 2009
- [12] Tammemagi, H. *Waste Crisis*, Oxford University Press, 2000, pp.19 - 34, 51-53
- [13] Tremier, A. et al. (2014) Global Assessment for Organic Resources and Waste Mangement ORBIT 2012, *Waste and Biomass Valorization*, 5 (3), 429-431
- [14] Božić, L.A. & Kušić. H. *Upravljanje Otpadom*, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, 2012, str.1-3, 8-13
- [15] Srebrenkoska, V. et.al. Enviromental Sustainability and Industry, in:*Sustainable Technologies*, Ed. Zavargo Z., Novi Sad: University of Faculty and Technology, 2013, pp. 55-62
- [16] Srebrenkoska, V. et al. Treatment of Textile Wastes, in:*Sustainable Technologies and Chemical Industry*, Ed. Jašić M., et.al., Tuzla: Tehnološki Fakultet, 2013, pp. 129-135
- [17] Kates, R.W. et al. (2005) What is Sustainable development?, *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 47 (3), 8-21

- [18] Pavunc, M. et al. (2014) Tekstil u Kontekstu Održivog Razvoja, *Tekstil*, 63 (5-6), 195-203
- [19] Caulfield, K. Sources of Textile Waste in Australia, Discussion paper, 2009.
<http://www.nacro.org.au/wp-content/uploads/2013/04/TEXTILE-WASTE-PAPER-March-2009-final.pdf> . [Pristup: 12.2.2012.]
- [20] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the International Cotton Advisory Committee (ICAC), A summary of the World Apparel Fibre Consumption Survey 2005-2008, 2011
- [21] Chen, H.L. & Burns, L.D. (2006) Environmental Analysis of Textile Products, *Clothing and Textiles Research Journal*, 24 (3), 248-261
- [22] Hawley, J.M. (2006) Digging for Diamonds: A Conceptual Framework for Understanding Reclaimed Textile Products, *Clothing and Textiles Research Journal*, 24 (3), 1-14
- [23] Shenxun, Y. *Prevention of Waste from Textile in Sweden*, Master of Science Thesis, Royal Institute of Technology, Stockholm, 2012
- [24] Larney, M. & Aardt, AM. (2010) Case study : Apparel Industry Waste Mangement: A Focus on Recycling in South Africa, *Waste Mangement&Research*, 28 (1), 36-43
- [25] Sakthivel, S. et al. (2012) Source & Effective Utilisation of Textile Waste in Tiripur, *Indian Textile Journal*, 122 (4), 22-26
- [26] Ec.europa.eu, <http://ec.europa.eu/research/growth/gcc/projects/>, [Pristup: 15.1.2013,]
- [27] Wwf.panda.org, Cotton Farming, 2015.
http://wwf.panda.org/about_our_earth/about_freshwater/freshwater_problems/thirsty_crops/cotton/, [Pristup: 24.02.2014.]
- [28] Kazakevičiūtė, G. et al. (2008) A Survey of Textile Waste Generated in Lithuanian Textil Apparel and Soft Furniture Industries, *Environmental Research, Engineering and Management*, 2 (44), pp. 41-48.
- [29] Влада на Р. Македонија, (2008) Предлог на Стратегија за Управување со Отпад на Република Македонија, 2008 – 2020 година
- [30] Google.com, Recycled Fibres, From virgin to eternity, CSR factsheet planet, - Google Search, 2015.
https://www.google.com/search?q=Recycled+Fibres%2C+From+virgin+to+eternity%2C+CSR+factsheet+planet%2C&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:en-US:official&client=firefox-a&gws_rd=ssl, [Pristup: 12.3.2013.]
- [31] Голомеова, С. & Крстева, С. (2011) Управување со Цврст Текстилен Отпад, *Природни Ресурси и Технологии*, 5 (5), 167-174
- [32] Domina, T. & Koch, K. (1997) The Textile Waste Lifecycle, *Clothing and Textiles Research Journal*, 15 (2), 96-102
- [33] Burza.com.hr.<http://burza.com.hr/novac/eko-ideje/2008/02/recikliranje-i-ponovno-koristenje-tekstila/>, [Pristup: 15.01.2014.]
- [34] T-waste.com. www.twaste.com/recycling, [Pristup: 20.1.2013.]
- [35] Urosević, S. (2009) Recikliranje Tekstila - Nove Tendencije i Obaveze prema Glavnom Cilju Globalnog Očuvanja Životne Sredine, *Ecologica*, 16 (54), 173-180
- [36] Wang Y. *Recycling in Textiles*, Cambridge: Woodhead Publishing in Textiles, 2006, pp. 10-20

- [37] Grasso, M.M. (1996) Recycling Fabric Waste - the Challenge Industry, *Journal of the Textile Institute*, 87 (1), 21-30
- [38] Стаменковић, М. & Трајковић Д. *Практикум из Технологије Предења*, Лесковац: Технолошки факултет, 2011, стр.28-39
- [39] Брашнаров, В. & Јорданов Б. *Основи на текстилното производство*, Скопје: Просветно дело, 1989, стр.45-49
- [40] Okyung.koreasme.com, OKYUNG International Co., Ltd, Nilit Cordura, Supplex, Tactel, i-MEL, Kolon fashion material, Sensil, Asahi Kasei, KB seiren, 2015. http://okyung.koreasme.com/en/p3_ecosensor.html, [Pristup: 12.3.2013.]
- [41] Arshad, K. & Mujahid, M. *Biodegradation of Textile Materials*, Master thesis in Textile Technology, University of Boras, Sweden, 2011, pp.21-38
- [42] Falkiewicz-Dulik, M. et al., *Handbook of Biodegradation, Biodeterioration and Biostabilization*, Toronto: ChemTec Publishing, 2010, pp.28-30
- [43] Van der Zee, M. et al. (1995) Structure - biodegradation relationships of polymeric materials & Effect of degree of oxidation of carbohydrate polymers, *Journal of Environmental Polymer Degradation*, 3 (4), 235-242
- [44] Wang, Y. Fibre and Textile Waste Utilization, *Waste and Biomass Valorization*, 2010, 1 (1), 135-143
- [45] Europos Parlamentas (2006/2175(INI) Europos Parlamento rezoliucija dėl teminės atlieku perdirbimo strategijos, <http://www.europarl.europa.eu>, [Pristup: 20.02.2013.]
- [46] Report by Textile Reuse and Recycling Players on the Status of the Industry in Europe, recycling.org.uk/Report_Ouvertes_Project_June2005%5B1%5D.pdf, [Pristup: 19.03.2013.]
- [47] Wikipedia, List of countries by GDP (PPP) per capita, 2015. [http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_\(PPP\)_per_capita](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_(PPP)_per_capita) [Pristup: 03.04.2013.]
- [48] Altun, Ş. (2012) Prediction of Textile Waste Profile and Recycling Opportunities in Turkey, *FIBERS&TEXTILES in Eastern Europe*, 20 (5), 16-20
- [49] Закон за управување со отпадот во Р. Македонија, *Службен весник на Р. Македонија бр.68/2004 i 71/2004*
- [50] Влада на Р. Македонија, Национален план за управување со отпад на Р.Македонија, 2008 - 2014
- [51] Министерство за животна средина и просторно планирање на Р. Македонија, Физибилити Студија за Донесување на Национални Критериуми за Доделување на Еколошка Ознака на Текстил, декември 2008
- [52] Agrawal, S.K. et al. (2013) Utilization of Textile Apparel Waste in Clay Brick, *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*, 4 (7)
- [53] Stepanovic, J. et al. (2015) Predicting the Behavior of Nonwoven Geotextile Materials Made of Polyester and Polypropylene, *Textile Research Journal*, November 5, doi:10.1177/0040517515612366. 53
- [54] Stepanovic, J. et al. (2014) Elongation Modeling of Nonwoven Geotextile Materials, *Industria Textila*, 65 (2), 90-94

- [55] Trajkovic, D. et al. (2015) The Prediction of Elastic Limit of Nonwoven Geotextiles Made of Virgin and Recycled Polyester Fibers, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 25 (3), 229-235
- [56] Stepanovic, J. et al. Analysis of Deformation Characteristics of Non-woven Geotextiles PES Material of Fibre, in: *Internacional Scientific Conference, 10th Conference of Chemists, Technologists and Environmentalists of Republic of Srpska*, Banja Luka, 2013
- [57] Vasile, S. & Langenhove, L.V. (2004) Automotive Industry a High Potential Market for Nonwoven Sound Insulation, *Jornal of Textile and Apparel Technology and Management*, 3 (4), 2-5
- [58] Qashou, I. *An Investigation of The Radiative Heat Transfer Through Fibrous Thin Sheets*, Dissertation, NC University, pp.17-24
<http://repository.lib.ncsu.edu/ir/bitstream/1840.16/5563/3/etd.pdf>,
[Pristup: 19.02. 2103.]
- [59] Scribd, Prenos Toplote, 2015.
<https://www.scribd.com/doc/210965254/Prenos-Toplote>,
[Pristup: 09.01. 2103.]
- [60] Kozar, I., *Fizika Zgrade*,
<http://www.gradri.uniri.hr/adminmax/files/class/Toplina.pdf>.
[Pristup: 26.04.2013]
- [61] Karamanos, A. Heat Transfer Phenomena in Fibrous Insulating Materials, http://www.geolan.gr/sappek/docs/publications/article_6.pdf.
[Pristup: 7.03.2013.]
- [62] Matusiak, M. (2006) Investigation of the Thermal Insulation Properties of Multilayer Textiles, *FIBERS & TEXTILES in Eastern Europe*, 14 (5), 299–307
- [63] Pan, N. & Gibson P. *Thermal and Moisture Transport in Fibrous Materials*, Cambridge:Woodhead Publishing, CRC Press, 2006, pp.36-44
- [64] Abdel-Rehim, Z.S. (2006) Textile Fabrics as Thermal Insulators, *Autex Research Journal*, 6 (3), 148
- [65] Haghi, A. K. *Heat & Mass Transfer in Textiles*, World Scientific and Engineering Academy and Society Press (WSEAS Press), 2011, <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2011/Haghi/Haghi.pdf>, [Pristup: 7.03.2013.]
- [66] Павлов, Д. & Начев, В. Раководство за Лабораторно Упражнение по Техническа Термодинамика, Софија: Технически универзитет, 1984
- [67] Saville, B.P. *Physical Testing of Textiles*, Cambridge:Woodhead Publishing, , 1999, pp. 209-234
- [68] Oglakcioglu, N. & Marmarali, A. (2007) Thermal Comfort Properties of Some Knitted Structures, *FIBERS & TEXTILES in Eastern Europe*, 15 (5-6), 64-65
- [69] Ozcelik, G. et al. (2007) Study of Thermal Properties of Textured Fabrics, *FIBERS & TEXTILES in Eastern Europe*, 15, 1 (60), 55-58
- [70] Gunesoglu, S. et al. (2005) Thermal Contact Properties of 2-Yarn Fleece Knted Fabrics, *FIBERS & TEXTILES in Eastern Europe*, 13, 2 (50), 46-50
- [71] Bhattacharjee, V.K. & Kothari, D. (2008) Prediction of Thermal Resistance of Woven Fabrics. Part II: Heat Transfer in Natural and Forced Convective Environments, *The Journal of The Textile Institute*, 99 (5), 443-449

- [72] Pan, N. et al. Effective Thermal Conductivity of Fibrous Materials, *NTC Project: S08-CD04*, 2011. <http://www.ntcresearch.org/pdf-rpts/Bref0611/S08-CD04-11.pdf>, [Pristup: 7.03.2013.]
- [73] Roshan, S. *Textiles in sport*, Cambridge: Woodhead Publishing, 2005, pp. 177-182
- [74] Milenković, Lj. et al. (1999) Comfort Properties of Defense Protective Clothings, *The Scientific Journal Facta Universitatis*, 1 (4), 101-106
- [75] Matusiak, M. & Sikorski, K. (2011) Influence of the Structure of Woven Fabrics on their Thermal Insulation Properties, *FIBERS & TEXTILES in Eastern Europe*, 19, 5 (88), 46-53
- [76] Marmarali, A. et al. Thermal Comfort Properties of Some New Yarns Generation Knitted Fabrics, in: *Autex World Textile Conference*, Izmir, Turkey, 2009
- [77] Hatch, K.L. et al. (1990) In Vivo Cutaneous and Perceived Comfort Response to Fabric: Part I: Thermophysiological Comfort Determinations for Three Experimental Knit Fabrics, *Textile Research Journal*, 60 (7), 405-412
- [78] Morris, G. J. (1953) Thermal Properties of Textile Materials, *Journal of the Textile Institute Transactions*, 44 (10), 449-476
- [79] Trajković, D. et al. (2014) Physiological Characteristics of the Socks Made from Bamboo and Conventional Fibres, *Advanced technologies*, 3, (1), 59-65
- [80] Epps, H.H. (1988) Insulation Characteristics of Fabric Assemblies, *Journal of Industrial Textiles*, 17 (3), 212-218
- [81] Fayala, F. et al. (2008) Neural Network for Predicting Thermal Conductivity of Knit Materials, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 3 (4), 53-60
- [82] Jayaraman, K. A. *Acoustical Absorptive Properties of Nonwovens*, Master of Science Thesis, North Carolina State University, pp.2-20, <http://repository.lib.ncsu.edu/ir/bitstream/1840.16/626/1/etd.pdf>, [Pristup: 15.3 2012.]
- [83] Tascan, M. et al. (2008) Effects of Fiber Denier, Fiber Cross-Sectional Shape and Fabric Density on Acoustical Behavior of Vertically Lapped Nonwoven Fabrics, *Journal of Engineered Fibers and Fabric*, 3 (2), 32-38
- [84] www2.siba.fi. Oy/ML, Basics of Acoustics B– Sound and tone, <http://www2.siba.fi/akustiikka/index.php?id=36&la=en>, [Pristup: 12.02.2013.]
- [85] Kurtović, H. *Onove tehnicke akustike*, Beograd, Naučna knjiga 1982, pp. 23, 414-415
- [86] Srivastava, R. K. (2006) An Estimation of Correlation on Thermo-Acoustic Properties of Mineral Wool, *Journal of Scientific & Industrial research*, 65 (3), 232-236
- [87] Measurement of the Acoustic Properties of Acoustic Absorbers http://www.inceusa.org/nc07/links/Muehleisen_plenary_acoustic_properties_materials.pdf, [Pristup:15.01.2014.]
- [88] Hoda, S. S. (2009) Factors Influencing Acoustic Performance of Sound Absorptive Materials, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3 (4), 4610-4617
- [89] Bies, D.A. *Acoustical Properties of Porous Materials*, Beranek L.L. Ed., 1988, pp.245-260
- [90] Lewis, H. B. & Daglas, H.B., *Industrial Noise Control, Fundamentals and Applications*, 2nd edition, New York: Marcel Dekker, 1994, pp.300-310

- [91] Yang, S. & Wei-Dong, Y. (2011) Air Permeability and Acoustic Absorbing Behavior of Nonwovens, *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 3 (4), 187-202
- [92] Shoshani, Y. & Yakubov, Y. (2001) Use of Nonwovens of Variable Porosity as Noise Control Elements, *International Nonwovens Journal*, 10 (4), 23-28
- [93] Shoshani, Y. & Rosenhouse, G. (1992) Noise Insulating Blankets Made of Textiles, *Applied Acoustics*, 35 (2), 129-138
- [94] Shoshani, Y. (1991) Noise Absorption by Combinations of Woven and Nonwoven Fabrics, *Journal of Textile Institute*, 82(4), 500-503
- [95] Wang, C. & Torng, J. (2001) Experimental Study of the Absorption Characteristics of Some Porous Fibrous Materials, *Applied Acoustics*, 62 (4), 447-459
- [96] Narang, P. P. (1995) Material Parameter Selection in Polyester Fibre Insulation for Sound Transmission and Absorption, *Applied Acoustics*, 45 (4), 335-358
- [97] Shoshani, Y. & Yakubov, Y. (2000) Numerical Assessment of Maximal Absorption Coefficients for Nonwoven Fiberwebs, *Applied Acoustics*, 59 (1), 77-87
- [98] Grf.bg.ac.rs. Грађевински факултет
http://www.grf.bg.ac.rs/p/learning/termoizolacioni_materijali_1387814173320.pdf, [Pristup: 4.03.2013.]
- [99] Tuna, M. (2013) Evaluation of Insulation Materials in the Context of Sustainability Criteria, *Asian Transactions on Basic and Applied Sciences*, 3 (2), 38-46
- [100] Hr.wikipedia.org. http://hr.wikipedia.org/wiki/Toplinska_izolacija, [Pristup: 09.05.2012.]
- [101] Ravago. Ravago - Uvijek nešto novo, <http://www.ravago.hr/products/>, [Pristup: 12.06.2012.]
- [102] Asdrubali, F. Green and Sustainable Materials for Noise Control in Buildings, *in: 19-th International Congress on Acoustics*, Madrid, 2007
- [103] Електрични апарати и уреди,
http://elektriciaparati.weebly.com/uploads/5/4/8/7/5487717/materijali_za_toplinska_izolacija.pdf,” [Pristup: 12.02.2014.]
- [104] Naima.org www. Insulate Today Save Tomorrow: NAIMA North American Insulation Manufacturers Association, <http://naima.org>. [Pristup: 15.02.2013.]
- [105] Hr.wikipedia.org. Toplinska izolacija zgrada,
http://hr.wikipedia.org/wiki/Toplinska_izolacija_zgrada, [Pristup: 10.05.2013.]
- [106] Министерство за животна средина и просторно планирање на Р. Македонија Национален План за Управување со Отпад 2009 - 2015
- [107] Paiva, A. et al. Textile Subwaste as a Thermal Insulation Building Material, *in: International Conference on Petroleum and Sustainable Development*, Sinagore, 2011, 26, 78-82
- [108] Jelle, B. P. et al. (2010) The Path to the High Performance Thermal Building Insulation Materials and Solutions of Tomorrow, *Journal of Building Physics*, 34 (2), 99-123
- [109] Zach, J. et al. (2012) Performance Evaluation and Research of Alternative Thermal Insulations Based on Sheep Wool, *Energy and Buildings*, 49, 246-253
- [110] Blog.emap.com. EMAP,
<http://blog.emap.com/footprint/2011/08/11/scotlands-waste-textiles-turned-into-insulation>, [Pristup: 15.04.2014.]

- [111] Debnath, S. (2010) Thermal Insulation, Compression and Air Permeability of Polyester Needle-Punched Nonwoven, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 35, 38-44
- [112] Wps.pearsoncustom.com.
http://wps.pearsoncustom.com/wps/media/objects/7608/7791478/FA110_Ch02.pdf
[Pristup: 05.03.2014.]
- [113] Li, L., Fray, M. & Browning K.J. (2010) Biodegradability Study on Cotton and Polyester fabrics, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 5 (4), 42-53
- [114] Valverde, I.C. et al. (2013) Development of New Insulation Panels Based On Textiles Recycled Fabrics, *Waste and Biomass Valorization*, 4 (1), 139-146
- [115] D'Alessandro, F. & Pispola, G. Sound Absorption Properties of Sustainable Fibrous materials in an Enhanced Reverberation Room, *in congress: Enviromental Noise Control*, 2005, Rio de Janeiro, Brazil
- [116] Intini, F. & Kühtz, S. (2011) Recycling in Buildings: an LCA Case Study of a Thermal Insulation Panel Made of Polyester Fiber, Recycled From Post-Consumer PET Bottles, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 6 (4), 306-315
- [117] Cherrett, N. et al. Ecological Footprint and Water Analysis of Cotton, Hemp and Polyester, *Report prepared for and reviewed by BioRegional Development Group and World Wide Fund for Nature – Cymru*, Stockholm Environment Institute, 2005
- [118] Индикатори одрживог развоја: Србија и свет - Indikator,
<http://indicator.sepa.gov.rs/o-indikatorima/indikator-odrzivog-razvoja-srbija-i-svet#ekoloski>, [Pristup: 05.02.2014.]
- [119] Sule, A. (2012) Life Cycle Assesment of Clothing Process, *Research Journal of Chemical Sciences*, 2 (2), 87-89
- [120] En.wikipedia.org
http://en.wikipedia.org/wiki/Global-warming_potential#Calculating_the_global-warming_potential, [Pristup: 14.02.2014.]
- [121] Oecotextiles.wordpress.com. Carbon footprint | OECOTEXTILES,
<https://oecotextiles.wordpress.com/category/carbon-footprint-2/>,
[Pristup: 24.10 2014.]
- [121] Kalliala, E. M. & Nousiainen, P. (1999) Life Cycle Assessment Environmental Profile of Cotton and Polyester - Cotton Fabrics, *Autex Research Journal*, 1 (1), 8-20
- [123] Tedresearch.net. The home of sustainable textile design research «Textiles Environment Design,
http://www.tedresearch.net/media/files/Polyester_Recycling.pdf, 2013
[Pristup:15.01.2013.]
- [124] Life Cycle Assessments of Natural Fibre Insulation Materials, *Study funded by DEFRA*, Final Report 2008, http://eiha.org/media/attach/372/lca_fibre.pdf,
[Pristup: 05.07.2103.]
- [125] Tta.org.mk. Трговско текстилно здружение,
<http://www.tta.org.mk/>, [Pristup: 15.04.2103.]
- [126] Здружение на текстилната индустрија, Стопанска комора на Македонија, Информација за Текстилната Индустрија во Р. Македонија, Штип, 2010 г.
- [127] Влада на Р. Македонија, Национален План за Управување со Отпад на Р. Македонија 2008 - 2014 г.

- [128] Влада на Р. Македонија, Предлог на Стратегија за Управување со Отпад на Р. Македонија, 2008 - 2020 г.
- [129] Humana-bulgaria.org.
<http://www.humana-bulgaria.org/en>, [Pristup: 04.04.2013.]
- [130] Stat.gov.mk. Државен завод за статистика, <http://www.stat.gov.mk>, [Pristup: 13.04.2012.]
- [131] ESBA - European Small Business Alliance, Esba-europe.org.
<http://www.esba-europe.org/pdf/MSE%20brochure%20web.pdf>, [Pristup: 2.12.2012.]
- [132] Tomovska, E & Zafirova, K. Investigation on Waste Produced by Apparel Manufacturers, in: *XXI Congress of Chemists and Technologists of Macedonia*, Ohrid, 2010
- [133] Divita, D. B. & Dillard, B.G. (1999) Recycling Textile Waste, an Issue of Interest to Sewn Products Manufacturers, *Journal of the Textile Institute*, 90 (1), 14-26
- [134] Ajzen, I. (1991) The Theory of Planned Behavior, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50 (2), 179-211
- [135] EN ISO 5084, Textiles - Determination of Thickness of Textiles and Textile Products, 1996
- [136] ISO 3801, Textiles - Woven fabrics - Determination of Mass per Unit Length and Mass per Unit Area, 1977
- [137] ISO 7211-5, Textiles - Woven fabrics -Construction -Methods of Analysis - Part 5: Determination of Linear Density of Yarn Removed From Fabric, 1984
- [138] BS EN 1049-2, Textiles - Woven fabrics - Construction-Methods of analysis - Determination of Number of Threads per Unit Length, 1994
- [139] Lasercomp.com.
<http://www.lasercomp.com/Tech%20Papers/Methods/Heatlow%20Meter%20Theory%20of%20test%20%20method.pdf>, [Pristup: 07.11.2013]
- [140] Rockfon.com, Noise reduction coefficient (NRC) - ROCKFON North America - stone wool ceilings.
<http://www.rockfon.com/performance/acoustics/how+to+compare+ceiling+acoustic+s-c8-hide/noise+reduction+coefficient+%28nrc%29>, [Pristup: 7.06.2013.]
- [141] ISO 11721, Textiles - Determination of Resistance of Cellulose - Containing Textiles to Micro-Organisms - Soil Burial Test-Part 1: Assessment of Rot-Retardant Finishing, 2001
- [142] BS 4790, Method for Determination of the Effects of a Small Source of Ignition on Textile Floor Coverings (Hot Metal Nut Method), 1987

ПРИЛОГ 1

Табела П.1.1. Извоз конфекцијских производа из Македоније у 2010. г.

Бр.	Назив	Тона (t)
1	Мушке памучне кошуље	2.395
2	Женске памучне кошуље и блузе	1.658
3	Женске кошуље и блузе од синтетичких влакана	1.361
4	Женске панталоне од синтетичких влакана	1.468
5	Мушке јакне и сакои од синтетичких влакана	621
6	Мушке панталоне од синтетичких влакана	764
7	Памучне мушке панталоне и шорцеви	1.075
8	Памучне женске панталоне и шорцеви	736
9	Женске јакне и сакои од синтетичких влакана	400
10	Памучне мајице и поткошуље кратких рукава, плетене или хеклане	995
11	Поткошуље и мајице кратких рукава, плетене или хеклане од других материјала	523
12	Женске блузе, кошуље - блузе плетене или хеклане од вештачких влакана и синтетичких	527
13	Постељине, плетене или хеклане	1.041
14	Сукње и сукње - панталоне од синтетичких влакана	396
15	Хаљине од синтетичких влакана	241
16	Друга мушка одећа од вештачких и синтетичких влакана	379
17	Памучне женске блузе, кошуље, кошуље – блузе, плетене или хеклане	603
18	Друга мушка одећа од памука	435
19	Женски капути, мантили, пелерине од вуне и финих животињских влакана	198
20	Женске и девојачке јакне и сакои од памука	159
21	Женске и девојачке јакне и сакои од вуне и финих животињских влакана	159
22	Друга женска и девојачка одећа од вештачких и синтетичких влакана	363
23	Памучне мушке јакне и сакои	231
24	Женске и девојачке панталоне и шорцеви од других текстилних материјала	202
25	Памучне хаљине	113
26	Памучне сукње и сукње - панталоне	132
27	Женске и девојачке јакне и сакои од других текстилних материјала	93
28	Мушке гаће (дуге или кратке) од памука, плетене или хеклане	279
29	Мушке и дечачке кошуље од вештачких и синтетичких влакана	107
30	Женске и девојачке панталоне и шорцеви од вуне и финих животињских влакана	101
31	Сукње и сукње - панталоне од вуне и финих животињских влакана	101
32	Друга мушка и дечачка одећа	31
33	Женске и девојачке блузе, кошуље, кошуље - блузе, плетене или хеклане од других текстилних материјала	124
34	Сукње и сукње - панталоне од других текстилних материјала	62

35	Џемпери са или без закопчавања, пуловери, прслуци и слично, од памука, хеклани	144
36	Хаљине од синтетичких влакана, плетене или хеклане	139
37	Свилене женске и девојачке блузе, кошуље и кошуље - блузе	29
38	Мушке и дечачке панталоне од вуне и финих животињских влакана	71
39	Женски комплети од синтетичких влакана	36
40	Мушки и дечачки капути, мантили, пелерине од вештачких и синтетичких влакана	26
41	Женске и девојачке блузе, кошуље, кошуље - блузе од других текстилних материјала	49
42	Капути, мантили, пелерине осим тар. бр. 6203 од вештачких и синтетичких влакана	41
43	Мушки и дечачки капути, мантили, пелерине од вуне или финих животињских влакана	68
44	Спаваћице и пиџаме од памука, плетене или хеклане	154
45	Хаљине од вештачких влакана	55
УКУПНО		18.885

Ауторови прорачуни према публикацији Спољнотрговинска робна размена
Р. Македоније за 2010. г. Државног завода за статистику, [130]

Табела П.1.2. Увезене сировине за конфекцијску индустрију у 2010. г.

Бр.	Назив	тона (t)
1	Памучне тканине са садржајем 85% или више памука, површинска маса до 200 g/m ² , од пређе различитих боја, платнени преплетај	1.137
2	Памучне тканине са садржајем 85% или више памука, површинска маса до 200 g/m ² , од пређе различитих боја, друге тканине	590
3	Памучне тканине са садржајем 85% или више памука, површинска маса већа од 200 g/m ² , фарбане, друге тканине	1.126
4	Друге тканине од синтетичких влакана, ПЕС или ПЕС и вискозни рејон	956
5	Друге тканине са садржајем 85% или више ПЕС филамента или нетекстурираног ПЕС филамента	329
6	Плетени или хеклани материјали са ширином већом од 30 cm и 5% еластомерне пређе осим тар. број 6001, без гумених нити	432
7	Памучне тканине са садржајем 85% или више памука, површинска маса мања од 200 g/m ² , фарбане, платнени преплетај	447
8	Остале плетене или хеклане тканине од памука, фарбане	1.262
9	Тканине од синтетичких штапел влакана са садржајем мање од 85%, ПЕС у мешавини са памуком, фарбане, тројични или четворојични кепер укључујући и укрштени кепер	718
10	Памучне тканине са садржајем мање од 85% памука, мешавине са вештачким и синтетичким влакнима, површинска маса већа од 200 g/m ² , тројични или четворојични кепер укључујући и укрштени кепер, фарбане	648
11	Друге тканине од синтетичких штапел влакана са садржајем 85% или више	319

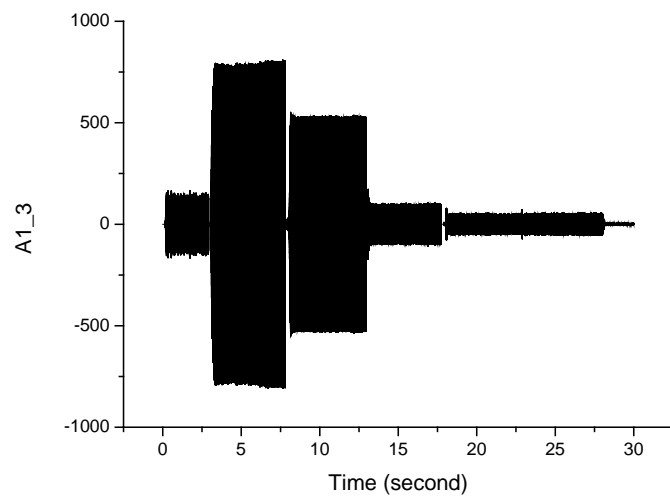
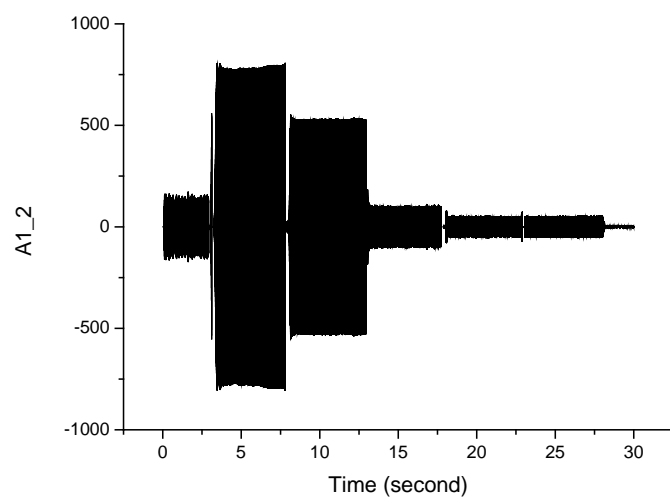
12	Памучне тканине са садржајем 85% или више памука површинска маса већа од 200 g/m ² , тројични или четворојични кепер укључујући и укрштени кепер, фарбане	518
13	Друге тканине од влачене вуне или финих животињских влакана у мешавини претежно или само са вештачким или синтетичким штапел влакнима	367
14	Памучне тканине са садржајем 85% или више памука, површинска маса до 200 g/m ² , фарбане, друге тканине	724
15	Остале тканине са садржајем 85% или више текстурираног ПЕС филамента, фарбане	498
16	Остале тканине са садржајем 85% или више текстурираног ПЕС филамента, штампане	141
17	Друге тканине од синтетичких ПЕС штапел влакана, од полиестерских влакана у мешавини претежно или само са вуном или финим животињским влакнима	199
18	Ланене тканине, са садржајем 85% или више лана	160
19	Памучне тканине са садржајем 85% или више памука, површинска маса мања од 200 g/m ² , штампане, платнени преплетај	87
20	Памучне тканине са садржајем памука мање од 85%, површинска маса мања од 200 g/m ² , у мешавини претежно или само са вештачким или синтетичким влакнима, фарбане, платнени преплетај	245
21	Остали плетени или хеклани производи од синтетичких влакана, фарбани	452
22	Остале тканине са садржајем 85% или више филамената полиамида, штампане	42
23	Друге тесне тканине од вештачких или синтетичких влакана	302
24	Плетенине за мајице (Т - shirts), плетене или хеклане, од памука	631
25	Остале тканине са садржајем 85% или више филамената полиамида, фарбане	134
26	Друге тканине од синтетичких штапел влакана	109
27	Импрегнисане, превучене или ламиниране тканине са пластичним масама осим оних из тар. бр. 5902 са полиуретаном	214
28	Памучне тканине са садржајем 85% или више памука, површинска маса мања од 200 g/m ² , белене, платнени преплетај	273
29	Други плетени или хеклани производи од вештачких влакана, штампани	126
30	Друге тканине од синтетичких штапел влакана са садржајем мање од 85% таквих влакана, у мешавини претежно или само са памуком, површинска маса већа од 170 g/m ² , фарбане, друге тканине	153
31	Тканине од синтетичких штапел влакана са садржајем мање од 85% таквих влакана у мешавини претежно или само са памуком, површинска маса мања од 170 g/m ² од пређе различитих боја, друге тканине	656
32	Памучне тканине са садржајем мање од 85% памука у мешавини претежно или само са вештачким или синтетичким влакнима, површинска маса мања од 200 g/m ² , фарбане, друге тканине	159
33	Друге тканине са садржајем 85% или више свиле или свилених отпадака, осим бурет свиле	24
34	Други плетени или хеклани производи од вештачких влакана, фарбани	280

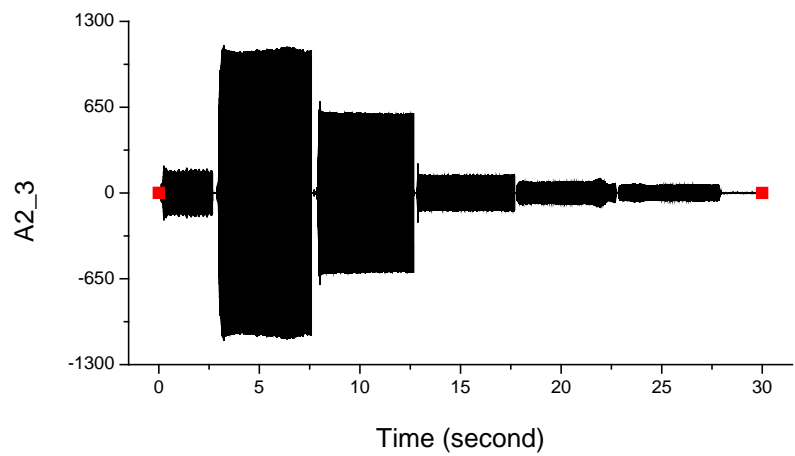
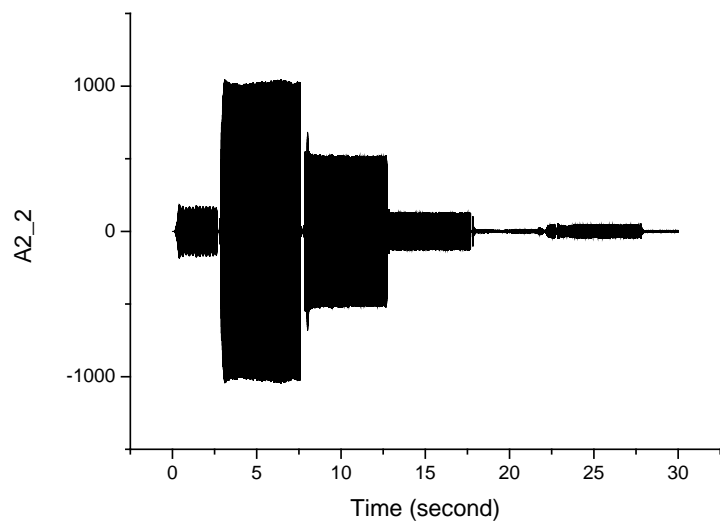
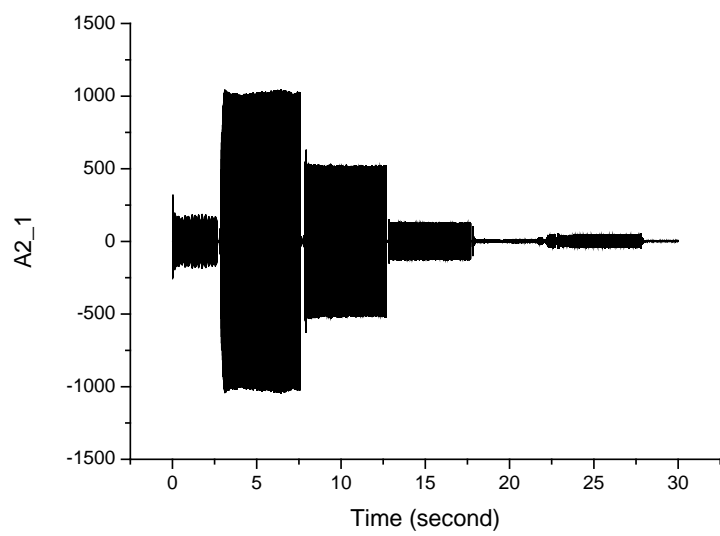
35	Памучне тканине са садржајем мање од 85% памука, у мешавини претежно или само са вештачким или синтетичким влакнима, површинска маса мања од 200 g/m ² , од пређа различитих боја	125
36	Друге тканине од синтетичких филамената, фарбане	270
37	Памучне тканине са садржајем мање од 85% памука, у мешавини претежно или само са вештачким или синтетичким влакнима, површинска маса мања од 200 g/m ² , од пређе различитих боја, платнени преплетај	132
38	Друге тканине са садржајем 85% или више вештачких филамената или сличних производа, фарбане	137
39	Неткани текстил, укључујући импрегнисане, превучене, прекривене или ламиниране производе од вештачких или синтетичких филамената, површинска маса од 25 - 75 g/m ²	167
40	Тканине од чешљане вуне или чешљаних финих животињских влакана, у мешавини само са вештачким или синтетичким влакнима	78
41	Тканине од чешљане вуне или чешљаних финих животињских влакана са садржајем од 85% или више вуне или финих животињских влакана	53
42	Памучне тканине са садржајем мање од 85% памука, у мешавини претежно или само са вештачким или синтетичким влакнима са површинском масом већом од 200 g/m ² , штампане, тројични или четврожични кепер укључујући и укрштени кепер	108
43	Тканине од синтетичких штапел влакана са садржајем мање од 85% у мешавини претежно или само са памуком, површинска маса до 170 g/m ² , фарбане од ПЕС	185
44	Други плетени или хеклани производи од синтетичких влакана, од пређе различитих боја	232
45	Памучне тканине са садржајем од 85% или више памука, површинска маса до 200 g/m ² , штампане, платнени преплетај	152
46	Друге тканине са садржајем 85% или више ПЕС филамената	180
47	Тканине од чешљане вуне или чешљаних финих животињских влакана са садржајем 85% или више вуне или финих животињских влакана површинска маса до 200 g/m ²	48
48	Памучне тканине са садржајем мање од 85% памука, у мешавини претежно или само са вештачким или синтетичким влакнима, површинска маса већа од 200 g/m ² , фарбане, друге тканине	103
49	Друге тканине које садрже 85% или више синтетичких филамената, фарбане	330
УКУПНО		16.758

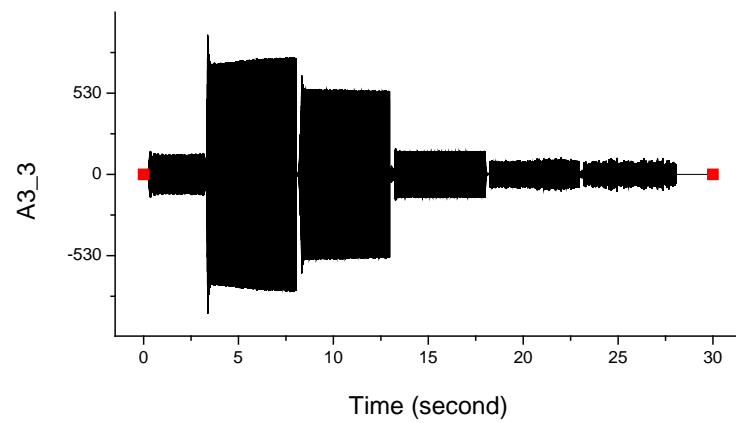
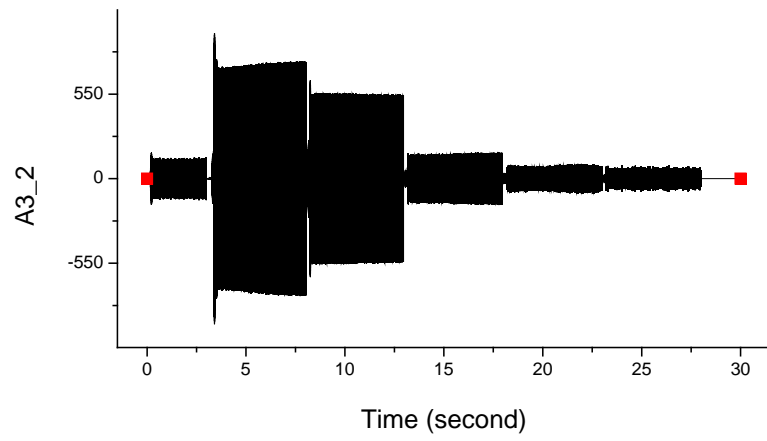
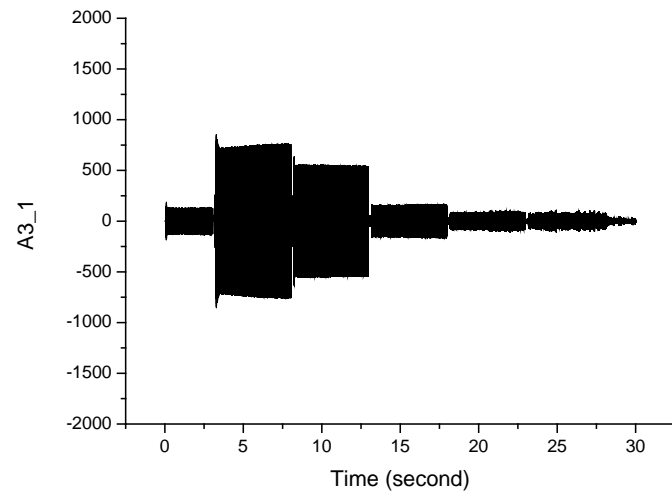
Ауторови прорачуни према публикацији Спољнотрговинска робна размена
Р. Македоније за 2010. г. Државног завода за статистику, [130]

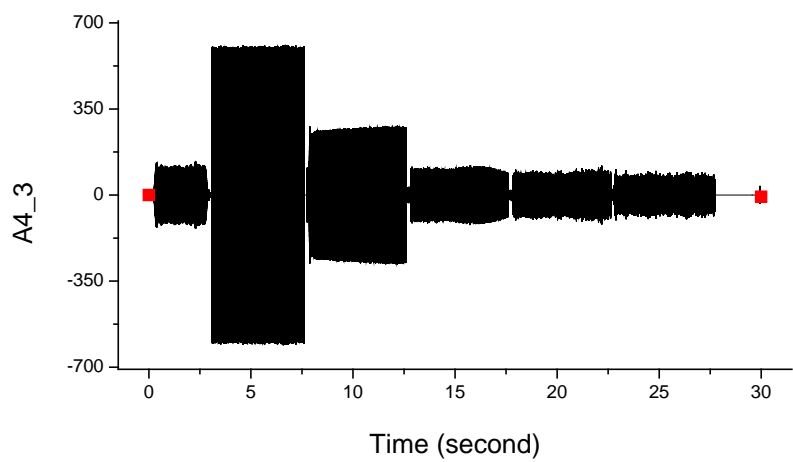
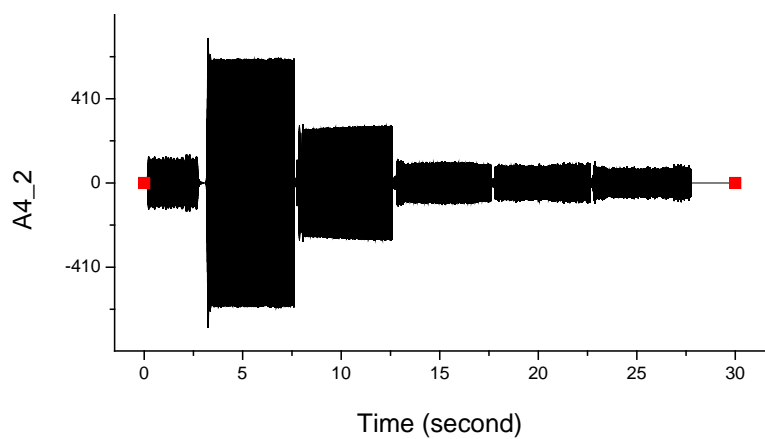
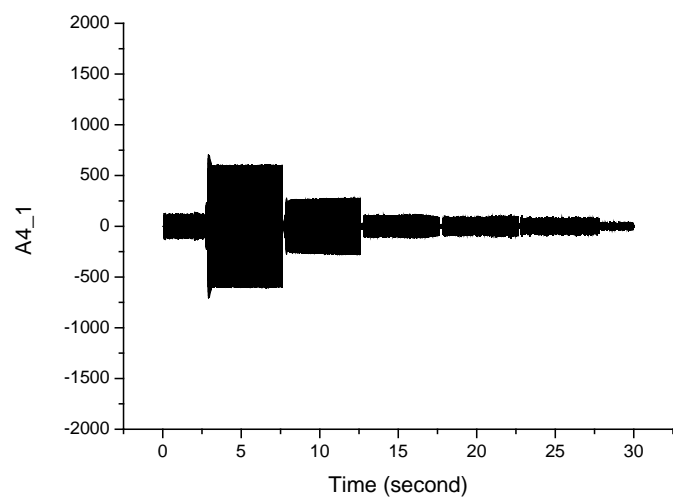
ПРИЛОГ 3

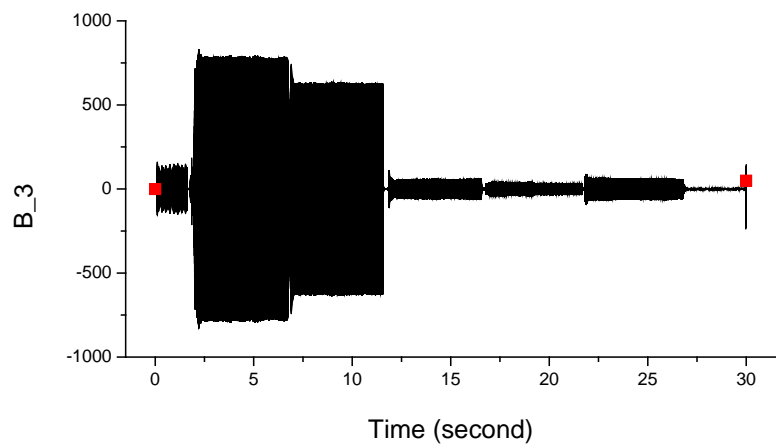
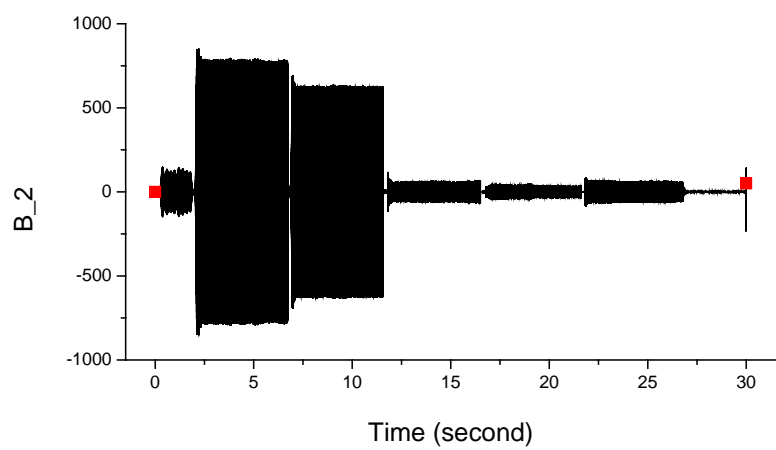
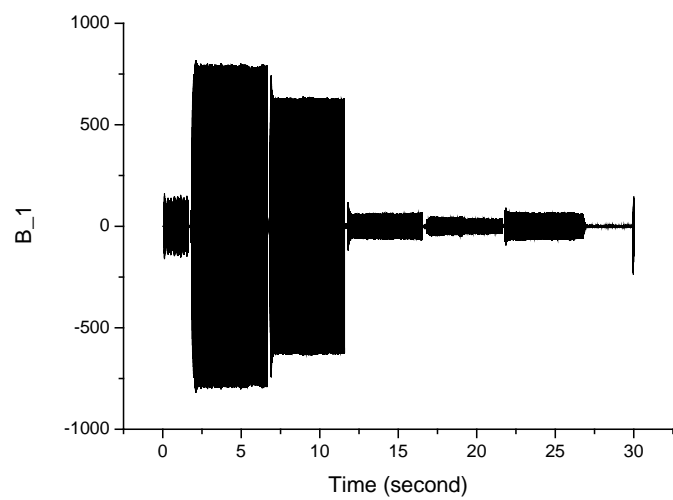
Графички прикази обрађених звучних сигнала у програму OriginPro 8.5.1

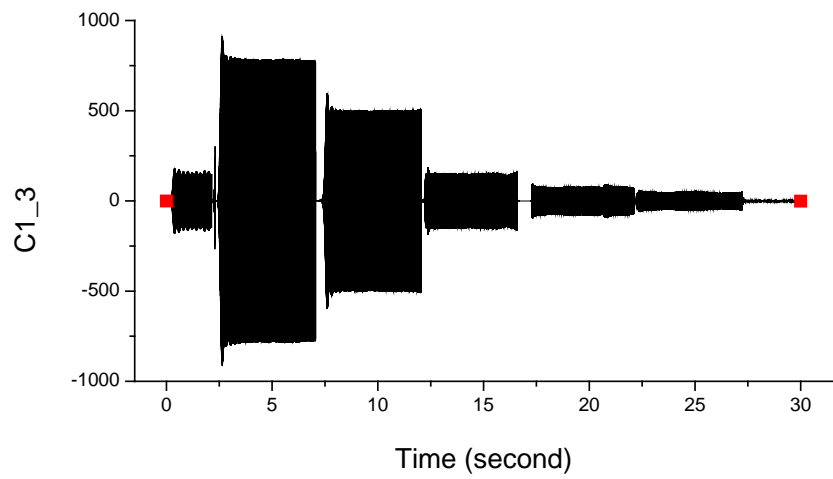
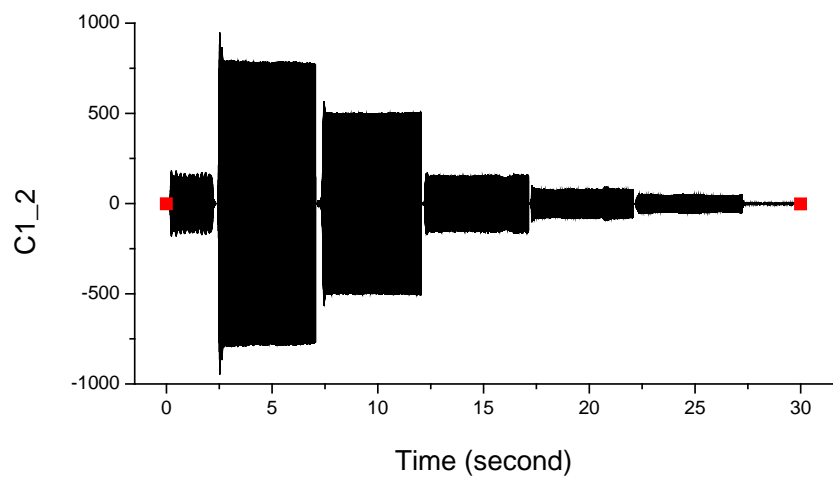
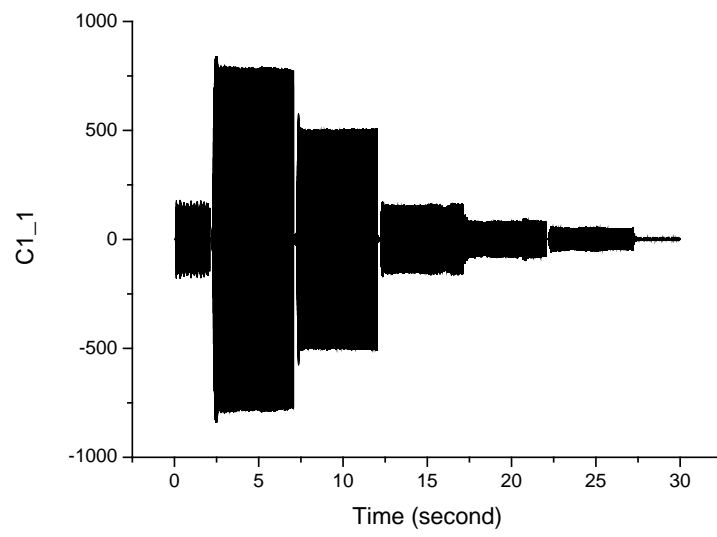


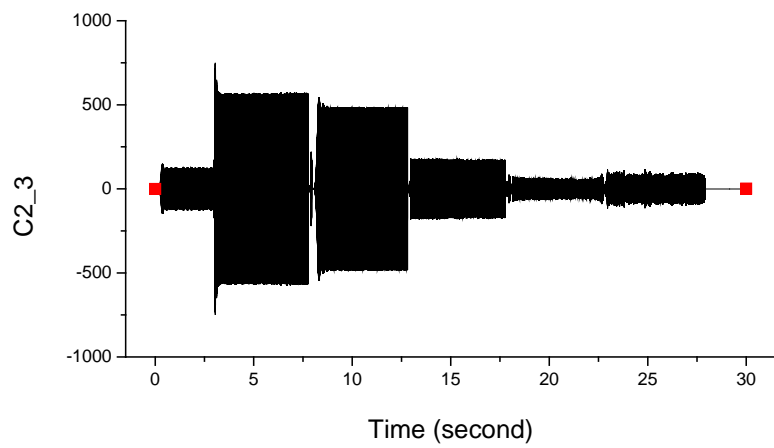
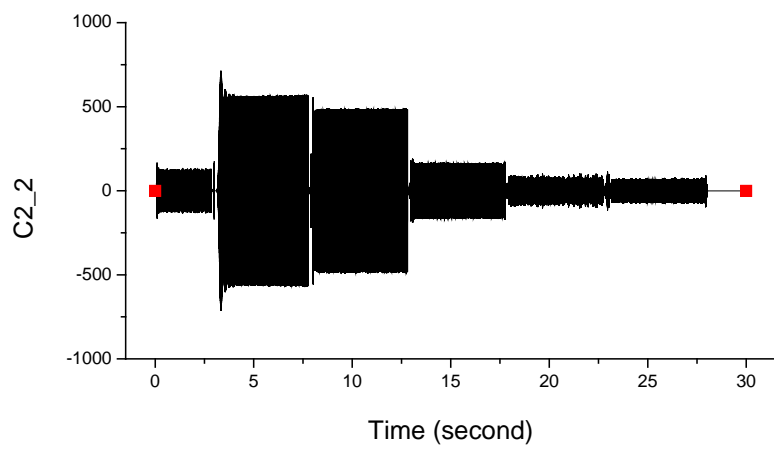
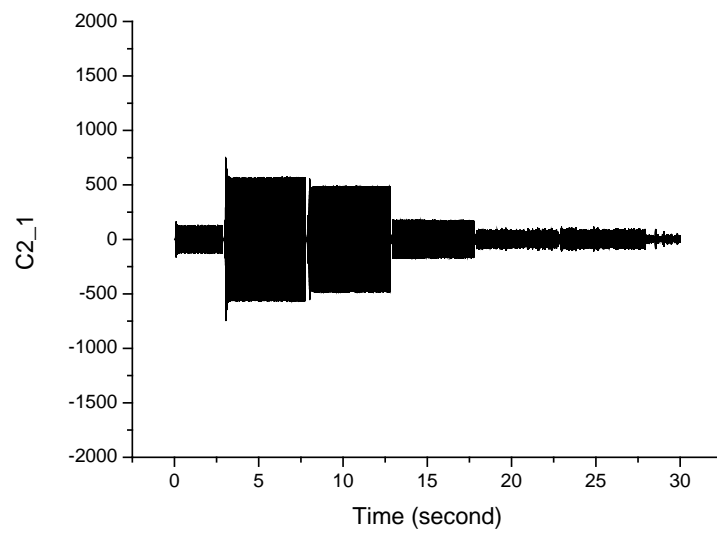


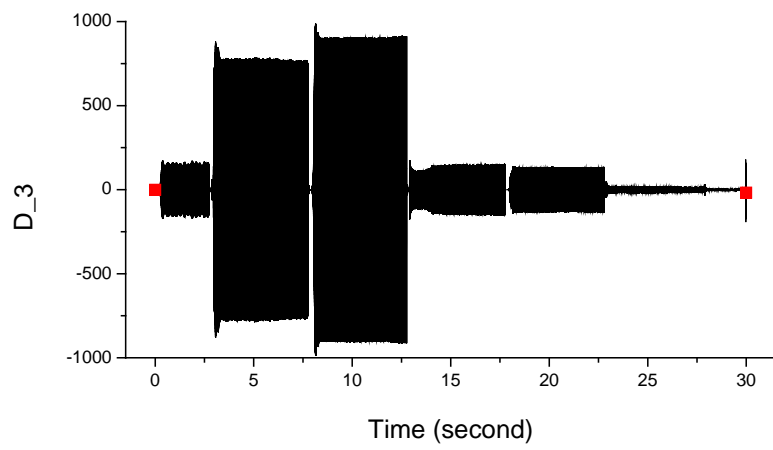
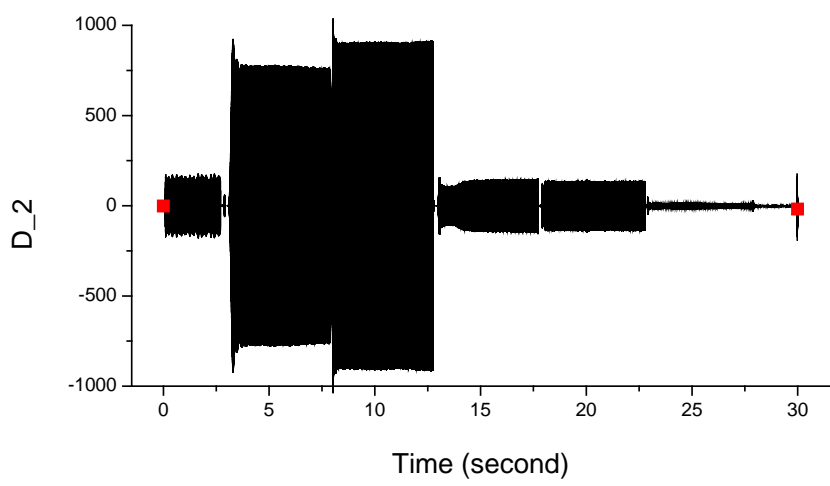
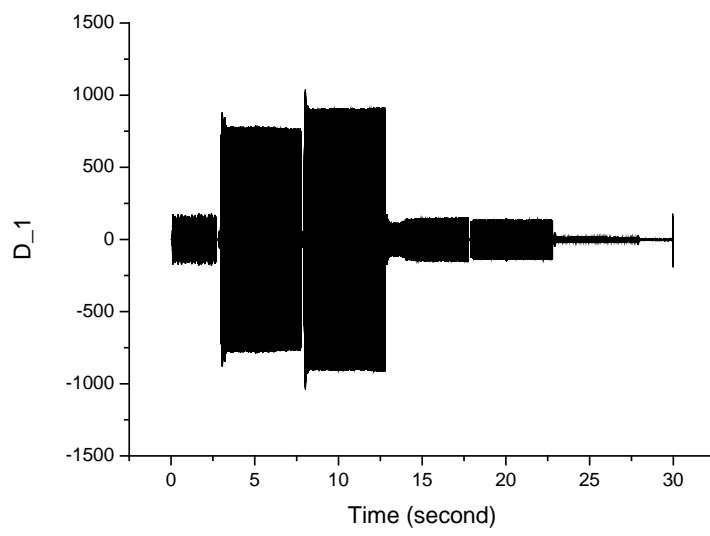


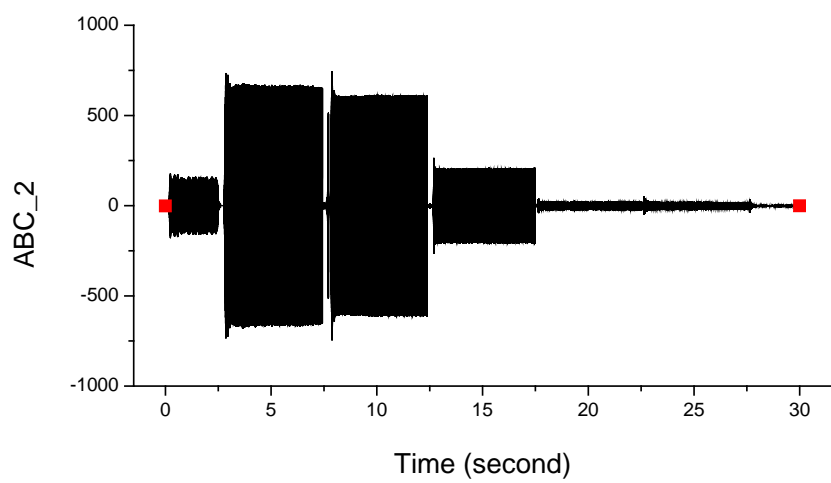
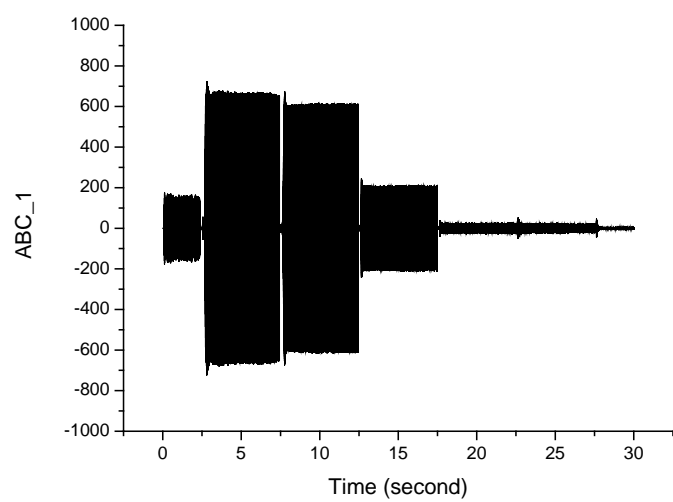


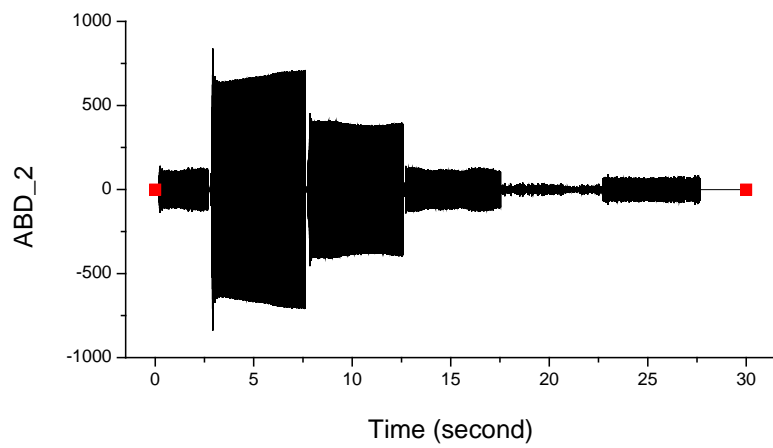
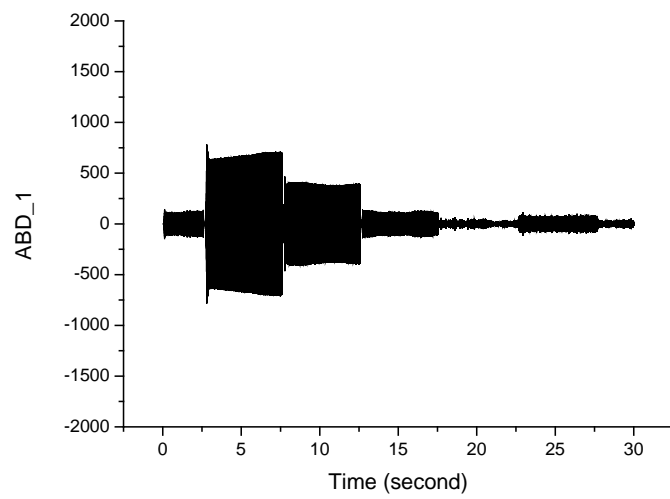
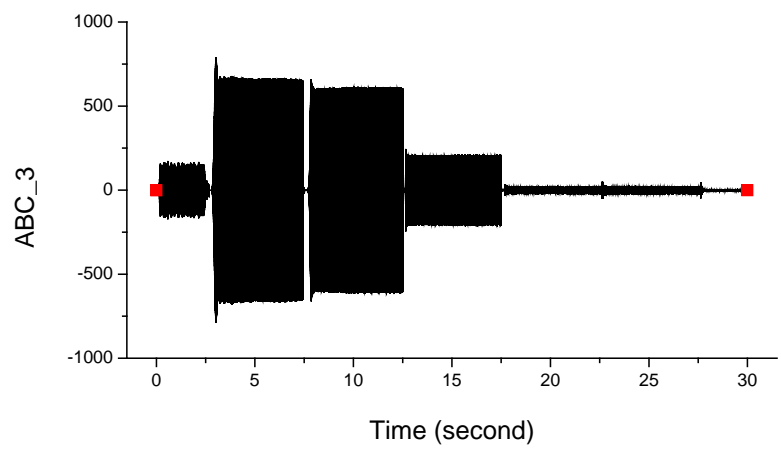


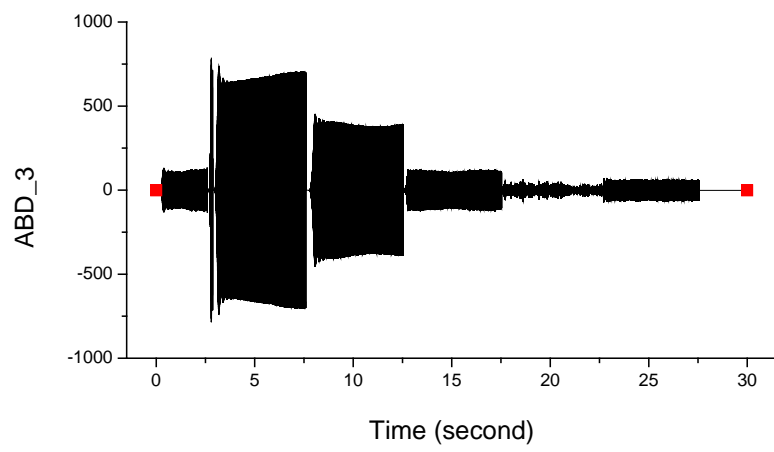












ПРИЛОГ 4

Табела П.4.1. Амплитуда излазног звучног сигнала A_{iz} и апсорпција звука α (%)

Висина звука звучника (80%)													
Номинална фреквенција	f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Коефицијент апсорпција звука α (%) на одређену фреквенцију f (Hz)					
Филтер, доња граница	f_{min}	100	235	480	950	1920	3900						
Филтер, горња граница	f_{max}	140	265	520	1050	2080	4100						
Референтна вредност амплитуде A_{ref}		185	1338	1698	690	270	173						
Узорак	Вредност амплитуде A_{iz}							125	250	500	1000	2000	4000
A ₁	A1_1	141	789	530	102	50	55	23.78	41.03	68.79	85.22	81.48	68.21
	A1_2	145	780	526	101	52	47	21.62	41.70	69.02	85.36	80.74	72.83
	A1_3	144	785	526	96	52	52	22.16	41.33	69.02	86.09	80.74	69.94
A ₂	A2_1	161	1018	522	128	12	45	12.97	23.92	69.26	81.45	95.56	73.99
	A2_2	166	1024	518	129	13	43	10.27	23.47	69.49	81.30	95.19	75.14
	A2_3	162	1021	516	127	12	47	12.43	23.69	69.61	81.59	95.56	72.83
A ₃	A3_1	130	737	551	155	82	77	29.73	44.92	67.55	77.54	69.63	55.49
	A3_2	131	746	550	155	85	73	29.19	44.25	67.61	77.54	68.52	57.80
	A3_3	131	740	551	149	90	78	29.19	44.69	67.55	78.41	66.67	54.91
A ₄	A4_1	121	604	267	111	86	76	34.59	54.86	84.28	83.91	68.15	56.07
	A4_2	120	599	273	96	85	73	35.14	55.23	83.92	86.09	68.52	57.80
	A4_3	120	603	267	108	90	78	35.14	54.93	84.28	84.35	66.67	54.91

B	B_1	131	785	631	60	41	65	29.19	41.33	62.84	91.30	84.81	62.43
	B_2	126	781	627	61	43	67	31.89	41.63	63.07	91.16	84.07	61.27
	B_3	131	781	627	55	37	61	29.19	41.63	63.07	92.03	86.30	64.74
C₁	C1_1	161	785	502	152	79	49	12.97	41.33	70.44	77.97	70.74	71.68
	C1_2	161	786	503	155	78	49	12.97	41.26	70.38	77.54	71.11	71.68
	C1_3	155	786	503	149	78	49	16.22	41.26	70.38	78.41	71.11	71.68
C₂	C2_1	125	566	487	169	77	82	32.43	57.70	71.32	75.51	71.48	52.60
	C2_2	126	563	486	161	78	73	31.89	57.92	71.38	76.67	71.11	57.80
	C2_3	126	568	486	173	67	85	31.89	57.55	71.38	74.93	75.19	50.87
D	D_1	162	774	904	146	136	25	12.43	42.15	46.76	78.84	49.63	85.55
	D_2	158	771	905	148	130	16	14.59	42.38	46.70	78.55	51.85	90.75
	D_3	161	775	904	143	131	20	12.97	42.08	46.76	79.28	51.48	88.44
ABC	ABC_1	160	660	607	209	23	22	13.51	50.67	64.25	69.71	91.48	87.28
	ABC_2	150	660	604	206	22	22	18.92	50.67	64.43	70.14	91.85	87.28
	ABC_3	155	663	610	208	20	25	16.22	50.45	64.08	69.86	92.59	85.55
ABD	ABD_1	121	673	394	121	32	72	34.59	49.70	76.80	82.46	88.15	58.38
	ABD_2	114	668	391	120	25	67	38.38	50.07	76.97	82.61	90.74	61.27
	ABD_3	116	665	390	116	29	62	37.30	50.30	77.03	83.19	89.26	64.16

Биографија аутора

Мр Соња Јордева рођена је 7. 11. 1966. г. у Штипу, Р. Македонија, где је завршила основну и средњу школу. 1989. г. дипломирала је на Технолошко - металуршком факултету у Скопљу са просечном оценом 8.73 и стекла назив дипломирани инжењер технолог на смеру текстилно инжењерство. На истом факултету завршила је и последипломске студије са просечном оценом 9.57. Магистарску тезу под називом „Термофизиолошки комфор плетенина за спортску одећу у функцији структурних карактеристика и сировинског састава“ одбранила је 10. 5. 2010. г. и стекла назив магистар техничких наука на смеру текстилно инжењерство - механичка текстилна технологија. Од 1. 09. 1989 - 18. 05. 2012. г. радила је као наставник стручних предмета из области текстилне струке у Средњој општинској школи „Димитар Мирасчиев“ у Штипу. У периоду 2001 - 2002. г. вршила је дужност координатора РНARE реформе стручног образовања у средњим стручним школама у Р. Македонији. Од 19. 5. 2012. г. ради на Технолошко - техничком факултету у Штипу, најпре као лаборант, а од 3. 11. 2014. као асистент - докторанд. Њен опус научно - истраживачког рада верификован је кроз већи број објављених међународних и националних радова и саопштења на скуповима у земљи и иностранству. Соња Јордева је аутор или коаутор укупно 20 научних и стручних радова.

Резултати докторске дисертације публиковани су у следећим радовима:

1. Jordeva, S., Tomovska, E., Trajković, D., and Zafirova, K. (2015), Current State of Pre - Consumer Apparel Waste Management in Macedonia, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 23 (1), 109-113. **(M22)**
2. Jordeva, S., Tomovska, E., Trajković, D., and Zafirova, K. (2014), *Tekstilni Otpad kao Materijal za Toplinsku Izolaciju*, *Tekstil*, 63 (5-6), 168-178. **(M51)**
3. Jordeva, S., Trajković, D., and Zafirova, K. (2013), *Kvalitativna i Kvantitativna Analiza Konfekcijskog Otpada u Makedoniji*, *Savremene tehnologije*, 2 (1), 82-88. **(M52)**
4. Jordeva, S., Tomovska, E., Trajković, D., and Zafirova, K. (2014) *Tekstilna Industrija i Tekstilni Otpad u R. Makedoniji*, *Tekstilna industrija*, 61 (6), 29-32. **(M52)**
5. Tomovska, E., Jordeva, S., Trajković, D., and Zafirova, K. (2014) *Atitudes towards Manging Post-Industrial Apprel Cuttings*, in: *3 R International Scientific Conference*

on Material Cycles and Waste Mangement and SWAPI, Kyoto, Japan, 10 - 12 March 2014. (M33)

6. Jordeva, S., Tomovska, E., Trajković, D., Popeski, R. and Zafirova, K. Sound Insulation Properties of Structure Designed from Apparel Cutting Waste, in: *AUTEX 15- th World Textile Conference*, Buchurest, Romania, 10 - 12 June, 2015. (M33)
7. Jordeva, S., Tomovska, E., Trajković, D., and Zafirova, K. *Application of Apparel Cutting Waste as Insulation Materia*, in: *6 - th International Textile Conference*, Tirana, Albania, 20 November, 2014. (M33)
8. Tomovska, E., Jordeva, S., Trajković, D., and Zafirova, K. Pre - Consumer Apparel Waste Management in Macedonia in: *6 - th International Textile Conference*, Tirana, Albania, 20 November, 2014. (M33)
9. Jordeva, S., Tomovska, E., Trajković, D., and Zafirova, K. *Investigation on apparel waste management in Macedonia*, in: *10 - th Symposium Novel technologies and economic development*, Leskovac, Serbia, 22 - 23 October 2013. (M64)
10. Trajković Dušan, Jordeva Sonja, Zafirova Koleta, Stepanović Jovan, Tomovska Elena Novi termoizolacioni materijali od recikliranog otpada odevne industrije, Tehničko rešenje, Bitno poboljšan postojeći proizvod M84, 2014. (M84)
11. Tomovska E., Jordeva S., Dusan T. Zafirova K., Attitudes towards Managing Post-industrial Apparel Cuttings Waste, *The Journal of the Textile Institute*, DOI: 10.1080/00405000.2016.1160764. 2016. (M22)



Универзитет у Нишу

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом

**Истраживање и развој термоизолационог материјала од рециклираног отпада
одевне индустрије**

која је одбрањена на Технолошком факултету Универзитета у Нишу:

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, нити у деловима, нисам пријављивао/ла на другим факултетима, нити универзитетима;
- да нисам повредио/ла ауторска права, нити злоупотребио/ла интелектуалну својину других лица.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са ауторством и добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Лесковцу, 02. 03. 2016. г.

Аутор дисертације: Соња Н. Јордева

Потпис аутора дисертације:



Универзитет у Нишу

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНОГ И ЕЛЕКТРОНСКОГ ОБЛИКА
ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Име и презиме аутора: Соња Н. Јордева

Наслов дисертације: **Истраживање и развој термоизолационог материјала од
рециклираног отпада одевне индустрије**

Ментор: Др Душан Трајковић, ванред. проф.

Изјављујем да је штампани облик моје докторске дисертације истоветан електронском облику, који сам предао/ла за уношење у **Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу**.

У Лесковцу, 02. 03. 2016. г.

Потпис аутора дисертације:



Универзитет у Нишу

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да, у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

Истраживање и развој термоизолационог материјала од рециклираног отпада одевне индустрије

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском облику, погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прераде (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да подвучете само једну од шест понуђених лиценци; опис лиценци дат је у Упутству).

У Лесковцу, 02. 03. 2016. г.

Аутор дисертације: Соња Н. Јордева

Потпис аутора дисертације:
